

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

**POSOUZENÍ RUŠIVÝCH VLIVŮ VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ
VE MĚSTĚ FRÝDEK-MÍSTEK**

bakalářská práce

Autor:

Jana Wlosoková

Vedoucí práce:

Ing. Tomáš Bouchal, Ph.D.

Ostrava 2015

Zadání bakalářské práce

Student: **Jana Wlosoková**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 3904R005 Environmentální inženýrství
Téma: Posouzení rušivých vlivů veřejného osvětlení ve městě Frýdek-Místek.

..

Zásady pro vypracování:

1. Úvod.
2. Rušivé vlivy vyvolané osvětlovacími soustavami
3. Hodnocení rušivého světla (normy)
4. Měření a vyhodnocení rušivého světla v lokalitě Frýdek-Místek
5. Návrh opatření pro snížení rušivého světla
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:


- [1] NARISADA, K. Light Pollution handbook. Dordrecht: Springer, 2004. ISBN 1-4020-2665.
- [2] KYBA, Ch., RUHTZ, T., FISCHER, J., HÖLKER, F.: Cloud Coverage Acts as an Amplifier for Ecological Light Pollution in Urban Ecosystems, Universidade de Vigo, 2011, doi:10.1371/journal.pone.0017307
- [3] Hölker F, Wolter C, Perkin EK, Tockner K (2010) Light pollution as a biodiversity threat. Trends in Ecology & Evolution, Volume 25, Issue 12, December 2010, Pages 681-682, ISSN: 0169-5347, doi: 10.1016/j.tree.2010.09.007.
- [4] STONE, E. L., JONES, G., HARRIS, S.: Street Lighting Disturbs Commuting Bats Current Biology, Volume 19, Issue 13, 14 July 2009, Pages 1123-112, ISSN: 0960-9822
- [5] SOKANSKÝ, CSs., Prof. Ing. Karel. Světelná technika. Vydání první. Praha: EUROPRINT, a.s., ČVUT, 2011. ISBN 978-80-01-04941-9.
- [6] Normy ČSN EN 12464-2, ČSN EN 12193, normy pro osvětlování pozemních komunikací

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

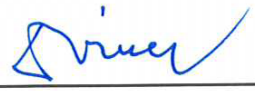
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Bouchal, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2014

Datum odevzdání: 30.04.2015


doc. Dr. Ing. Radmila Kučerová
vedoucí institutu




prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

- *Celou bakalářskou práci, včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.*
- *Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.*
- *Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).*
- *Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*
- *Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.*
- *Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.*
- *Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

V Ostravě dne 30. 4. 2015



Jana Wlosoková

Poděkování

Chtěla bych poděkovat panu Vladimíru Závadovi za cenné rady, podklady a připomínky
a manželovi za vytrvalou podporu při studiu.

Anotace

V předložené práci zpracovávám dopad rušivého světla na život lidí, rostlin a živočichů. Veřejné osvětlení je významnou součástí našeho života, ale zároveň i zdrojem rušivého světla, kterému nejde úplně zabránit. Účinkem nevhodného světla dochází k oslňování, rušení, obtěžování a k pocitu nepohody. V první části se zaměřuji na zdroje rušivého světla, na světlo vyzářené do horního poloprostoru a do vertikálních rovin. V další části se zaměřuji na nepříznivé vlivy rušivého světla a na problémy projevující se v řadě oblastí života. Umělé osvětlení může narušovat vodní ekosystémy, přeměňovat reprodukční chování některých živočichů a ovlivňovat reakce hmyzu, rostlin, stromů a ptáků. V konečné části se zaměřuji na normy, třídy osvětlení, měření rušivého světla, umělého osvětlení a na Beskydskou oblast tmavé oblohy. Uvedla jsem i opatření pro snížení rušivého světla a jak by se mělo správně svítit.

Klíčová slova: rušivé světlo, oslnivé světlo, nepříznivé vlivy rušivého světla, zdroje rušivého světla, světelné znečištění

Summary

In the present study I deal with the impact of disturbing light on the lives of people, plants and animals. Public lighting is an important part of our lives, but also a source of disturbing light, which can-not be completely avoided. The effect of inadequate light is dazzling, interference, harassment and feeling of discomfort. The first part of the study focuses on the sources of disturbing light, light emitted into the upper hemisphere and into the vertical planes. In the next part I focus on the adverse effects of disturbing light and the problems manifested in many areas of life. Artificial light can disturb aquatic ecosystems, transform reproductive behavior of some animals and affect reaction insects, plants, trees and birds. In the final part I focus on standards, lighting classes, measurement of obtrusive light, artificial light and Dark-sky preserve Beskydy region. I introduced measures to reduce disturbing light and how one should properly use lighting sources.

Key words: disturbing light, brilliant light, the adverse effects of stray light, stray light sources, light pollution

Úvod.....	1
1. Metodika práce	2
2. Rušivé vlivy vyvolané osvětlovacími soustavami	3
2.1 Zdroje rušivého světla.....	5
2.1.1 Typy světelných zdrojů.....	6
2.1.2 Hlavní typy svítidel z hlediska jejich vyzařování	9
2.1.3 Optický systém	10
2.2 Typy zdrojů rušivého světla.....	11
2.2.1 Veřejné osvětlení	11
2.2.2 Osvětlení pozemních komunikací	11
2.2.3 Slavnostní osvětlení	12
2.2.4 Reklamní osvětlení	12
2.2.5 Architektonické osvětlení.....	13
2.2.6 Osvětlení venkovních sportovišť	14
2.2.7 Osvětlení průmyslových, logistických a obchodních areálů	15
2.2.8 Osvětlení nádražních ploch	16
2.2.9 Osvětlení z oken domácností	16
2.3 Světlo vyzářené do horního poloprostoru	17
2.4 Světlo vyzářené do vertikálních rovin	18
2.5 Oslňující rušivé světlo	19
2.6 CIE – Mezinárodní komise pro osvětlení	20
2.7 Rayleighův rozptyl	20
2.8 Beskydská oblast tmavé oblohy	21
2.9 Negativní vlivy rušivého světla	22
2.9.1 Rostliny.....	23
2.9.2 Stromy	23
2.9.3 Hmyz	24
2.9.4 Ptáci.....	26
2.9.5 Netopýři	27
2.9.6 Mořské želvy a plankton	27
2.9.7 Obojživelníci	28
2.9.8 Lidské zdraví	28
3. Hodnocení rušivého světla (normy).....	29
3.1 Národní normy	29
3.2 Mezní hodnoty rušivého světla	30
3.3 Třídy osvětlení.....	30
3.4 Regulace osvětlení.....	31
3.5 Spínání osvětlení	32
3.6 Navrhování VO ve vazbě na související zákony	32
3.6.1 Cyklistické stezky.....	33
3.6.2 Pěší zóny.....	34
3.6.3 Přechody pro chodce	34

3.7 Údržba VO	35
3.8 Revize VO	35
4. Měření a vyhodnocení rušivého světla v lokalitě F-M	36
4.1 Základní světelné technické veličiny	36
4.1.1 Měrný světelný výkon – η	36
4.1.2 Teplota chromatičnosti – T_c	37
4.1.3 Index podání barev – R_a	37
4.2 Měření rozložení jasu.....	38
4.2.1 Měření jasu temné oblohy	38
4.3 Příklady osvětlovacích soustav ve F-M.....	39
4.3.1 Cyklistická stezka	41
4.3.2 Architekturní osvětlení.....	42
4.3.3 Osvětlení parků	43
4.3.4 Slavnostní vánoční osvětlení	43
4.4 Společnost TS a.s.	44
4.4.1 Středisko údržby VO	45
4.4.2 Dispečink VO	46
4.4.3 Pasport veřejného osvětlení	47
5. Návrh opatření pro snížení rušivého světla.....	48
6. Diskuze	51
7. Závěr.....	53
Zdroje	54
Seznam obrázků.....	60
Seznam tabulek	60
Seznam grafů.....	61
Seznam vzorců	61
Seznam příloh	61

Seznam použitých zkratk:

cd	kandela, jednotka svítivosti
CIE	Mezinárodní komise pro osvětlení
ČR	Česká republika
F-M	Frýdek-Místek
HZS	hasičský záchranný sbor
CHKO	chráněná krajinná oblast
IBP	inspektorát bezpečnosti práce
lm	lumen, jednotka světelného toku
lx	lux, jednotka intenzity osvětlení
MKS	městský kamerový systém
MR	městský rozhlas
nm	nanometr, délková jednotka
OVZ	ochrana veřejného zdraví
PA	parkovací automaty
PČR	Policie České republiky
RM	radiomodem
SR	Slovenská republika
SSZ	světelné signalizační zařízení
ULR	celkový světelný tok vyzařovaný do horního poloprostoru
UV	záření – ultrafialové záření
VO	veřejné osvětlení
W	watt, jednotka výkonu
ZZS	zdravotnická záchranná služba
ŽP	životní prostředí

ÚVOD

Životní prostředí mi není lhostejné, a proto jsem se rozhodla, že se ve své bakalářské práci zaměřím na rušivé vlivy veřejného osvětlení ve městě Frýdek-Místek (F-M).

Střídání dne a noci ovlivňuje život lidí, rostlin a živočichů. Pokud se tento koloběh naruší, má pro většinu nepříznivé dopady. V noci je pro krajinu důležitá tma, ale člověk ji narušuje umělým světlem, které má vedlejší účinky. Svítí se všude, doma, v práci, na ulici, svítí na nás různé reklamy, osvětlení parků, budov, parkovišť atd. Po stránce bezpečnosti je osvětlení důležité, ale musí být správně navrženo, nesmí svítit do očí a oslňovat jak chodce, tak řidiče. Mnoho lidí si neuvědomuje, že se nad městy tvoří naoranžovělé rušivé světlo, které vzniká ze špatně navržených osvětlovacích soustav.

Rušivé světlo škodí lidem při spánku, který není již tak kvalitní. Některé osoby ve dne spí dlouho do dopoledních hodin, kdy je již světlo a večer prožívají při umělém osvětlení. To není přirozený a zdravý život. Kdysi lidé chodili spát hned po setmění a vstávali v ranních hodinách. Při nadbytečném světle ubývá viditelných hvězd a slabších objektů jako jsou mlhoviny, galaxie a hvězdokupy. Vytrácí se mléčná dráha a dnes již téměř nikdo nezná zvířetníkové světlo, což je slabý svit ve tvaru pyramidy. Tím je nám odepřena nádhera noční oblohy.

Cílem mé bakalářské práce je posoudit rušivé vlivy veřejného osvětlení v oblasti města F-M, jaké to má na nás a na okolí účinky a jaká opatření jsou nutná pro snížení těchto účinků. K objasnění tohoto problému jsem použila dosažitelné materiály společnosti TS a.s., internetové zdroje a literaturu zabývající se světelným znečištěním čili rušivým světlem.

1. METODIKA PRÁCE

Tato práce je zaměřena na rušivé vlivy. Těmito problémy se zabývá spousta biologů, ekologů, astronomů a jiných odborníků přes světelnou techniku. Zkoumanou oblastí je město F-M. Popisuje se zde problematika rušivého světla vyvolaného osvětlovacími soustavami, jeho zdroji a nepříznivými vlivy. Jedna část se věnuje i vyzářenému světlu do horního poloprostoru a vertikálních rovin. Zkoumají se zde důsledky rušivého světla a zjišťuje se, zda dochází k ovlivňování rostlin, stromů, hmyzu, ptáků a jiných živočichů, včetně lidského zdraví. Velmi důležité je zmínit se o normách, podle kterých by se měly plnit určité nároky či požadavky a o třídách osvětlení. Zajímavé je i měření jasu temné oblohy v Beskydské oblasti tmavé oblohy. Součástí práce je i struktura společnosti TS a.s., střediska údržby a dispečinku VO s vedením pasportu. V závěru je uvedena i celková svítivost VO ve městě F-M za rok 2014 se seznamem nejvíce používaných typů svítidel a opatření pro snížení rušivého světla.

2. RUŠIVÉ VLIVY VYVOLANÉ OSVĚTLOVACÍMI SOUSTAVAMI

Potíže rušivého světla zasahují do mnoha míst naší existence. To si mnohdy nikdo neuvědomuje. Začíná to ochranou nočního životního prostředí pro živočichy a rostliny, pokračuje zasahováním do našeho občanského i soukromého života, negativními zdravotními vlivy až po nepatrnou hvězdnou oblohu [23].

Rušivé světlo představuje celkový souhrn špatných vlivů umělého venkovního osvětlení. Je to nadměrné a nepotřebné světlo, které je tvořené umělými světelnými zdroji šířící se ve venkovním prostoru. Projevuje se světelným přesahem osvětlení na okolní zástavbu. Světlo prostupuje do okolních nemovitostí, oslňuje a světelný tok svítidel vyzařuje do horního poloprostoru. Vzniká přebytečný jas reklamního zařízení, přebytečný jas fasád budov a závojový jas noční oblohy [10, 39].

Rušivé světlo vyvolává hlavně VO, neekonomické nasvícení budov, světelné reklamy, přílišné osvětlování sportovních areálů a parkovišť. Je to taky světlo, které uniká z interiéru výškových budov a obytných domů, ale taky světlo odražené od různých povrchů [39].

Je příčinou zjasnění noční oblohy, na níž pak jas hvězd zanikne. V některých oblastech je dominantním zdrojem průmysl. Je to všechno světlo dodané do nočního prostředí, které může někoho rušit nebo mu překážet [44].

Zdrojem rušivého světla je nesprávné osvětlení, které svítí do horního poloprostoru. Umělé světlo v nočním prostředí může být velmi významné, hlavně za bezměsíčných nocí. Svícením do nepotřebných směrů velkým výkonem zdrojů světla, nevhodnou konstrukcí i rozmístěním osvětlovacích těles člověk zapříčinil, že tmu je dnes potřeba hledat. Příroda, rostliny, živočichové a i lidé potřebují tmu. Její nedostatek se dříve nebo později projeví záporně [23, 26].

Závojový jas oblohy je způsoben světelným tokem vyzařovaným z umělých světelných zdrojů a i odrazem od různých povrchů. Světelný tok se pak šíří atmosférou. Část se odrazí, část pohltí a část projde jejím povrchem. Významná je hlavně odražená složka světelného toku, která se vrací směrem k pozorovateli nebo znovu naráží na zmíněné bariéry a je zase rozptylována, absorbována a propouštěna [8, 39].

Oslivé světlo je projevem rušivého světla. Abychom rozlišili předměty v zorném poli, musí mít různé jasy. Jinak by nevynikla jejich struktura. Pokud je kontrast jasu či jas samotný větší, než na jaký je zrakový orgán adaptován, může vzniknout nepříjemný stav zraku, oslnění. Jeho příčinou může být předimenzované nebo chybně nasměrované svítidlo. Ruší zrakovou pohodu, oslabuje a zabraňuje vidění a zvyšuje únavu [8, 39].

Světelný přesah je nepotřebné světlo šířené do prostoru jemu nestanovených. Příkladem je světlo ze svítidel VO padající do příbytků nebo světlo osvětlující i sousední pozemky. To může zhoršovat soukromí obyvatel. Světelný přesah se projevuje přírůstkem vertikální osvětlenosti svislých ploch. Jednoznačně se zvětšují energetické ztráty, protože se svítí i tam, kde se svítit nemá [39].

Nejde o to zhasnout všechna světla a vozidly jezdit bez světel. Je nutné svítit tam, kde je to skutečně třeba. Pokud se to bude dodržovat, pomůže se tím přírodě, rostlinám, živočichům a i lidem. Rušivé světlo je nepříjemné, nepříznivé a značně nákladné. Proto by se mělo svítit pouze na plochu, která má být osvětlena [23].

Světlo na člověka účinkuje **příznivě** i **nepříznivě** množstvím světla, barvou světla, dobou trvání, časovým průběhem a nestálostí denního světla, popř. střídáním světla a tmy. Je důležité zaručit postačující množství denního světla pro pobyt ve vnitřním prostoru a ochranu před oslněním. V průběhu celodenního cyklu je zajímavé střídání denního světla a tmy, které synchronizují vnitřní biorytmy člověka. Pro udržení lidského zdraví jsou nezbytné [47].

Za nepříznivé vlivy rušivého světla lze považovat nežádoucí působení umělého osvětlení v noci. Ačkoli jsme na přirozené světlo zvyklí, i přesto na nás v noci působí (světlo odražené od měsíce, polární záře). Přímý účinek rušivého světla může ovlivňovat spánek. Průběh spánkového cyklu a délka spánku bývá u každého jednotlivce různá. Ke klidnému spánku je důležité odpovídající ticho a vyhovující mikroklima. K rušení spánku přispívá míhání nebo blikání a barva světla (rychlé přechody barev a záblesky světelných reklam, výstražná světelná signalizace apod.) [47].

Mělo by se přemýšlet nad tím, co má být osvětleno, jestli ulice, cesta, budova, parkoviště a srovnávat to s realitou. Realitou je, že mnohdy osvětlujeme mimo nezbytné cesty rovněž i okolí. Mnohá svítidla osvětlují rozlehlé okolí a oblohu, přitom záměrně osvětlené místo tvoří jen mizivé procento. Jsou to zbytečně investované peníze [44, 47].

2.1 Zdroje rušivého světla

Existují dva typy osvětlení:

- **denní osvětlení** – osvětlení slunečním světlem a světlo rozptýlené z oblohy,
- **umělé osvětlení** – osvětlení prostřednictvím umělých zdrojů [32, 52].

Umělé venkovní osvětlení, které člověk v noci používá, se rychle rozrůstá. Některá svítidla venkovního osvětlení nejsou řádně navržena. V důsledku toho velká část vyzařovaného světla vyzařuje mimo plochy, které mají být osvětleny. Toto světlo nazýváme rušivým osvětlením. Rozptyluje se v atmosféře a tím roste jas noční oblohy [45].

Astronomové používají termín světelné znečištění, což lze považovat za synonymum k termínu rušivé světlo. CIE zavedla dva názvy, neužitečné světlo a rušivé světlo. Neužitečné světlo je světlo, které osvětlovací soustava vyzařuje za hranice osvětlovaného předmětu, kdežto rušivé světlo je neužitečné světlo, které mnohem více obtěžuje [8].

Dnes se každý může setkat s problémem rušivého světla téměř všude. Rušivé světlo lze považovat za vedlejší produkt rychlého ekonomického rozvoje. Světlo může zhoršovat přirozený stav nočního prostředí hlavně za podmínek zamračené oblohy, kdy se prudce zvyšuje úroveň světelného toku směřujícího k zemi, v důsledku jeho odrazu od oblohy. VO je potřebnou, nezbytnou a podstatnou součástí našeho života, ale i zdrojem rušivého světla (obrázek č. 1) [16, 42].



Obrázek č. 1: Hlavní třída ve Frýdku [Kondziolka, 2007]

Rušivému světlu nejde v dnešní společnosti úplně zabránit, ale vhodným osvětlováním lze jeho důsledky značně omezovat. Problém má více aspektů, ne jenom to, že nám nad hlavami zmizelo noční nebe. Měla by se instalovat pouze taková svítidla, která směřují světelný tok jenom do dolního poloprostoru. Jednoduchým řešením může být také jejich stínění. Tím dochází k omezení viditelnosti světelného zdroje. Při použití stínění není světelný zdroj vidět a zrakový orgán tak není oslněn jeho jasem. Výsledkem je dobrá viditelnost osvětlené plochy, což zvyšuje bezpečnost a užitečnost nočního osvětlení [23, 44].

2.1.1 Typy světelných zdrojů

Ve VO se používají světelné zdroje tvořené výbojkami vysokotlakými sodíkovými, rtuťovými, halogenidovými, kompaktní zářivkou nebo LED diodami. Výjimečně se používají nízkotlaké sodíkové výbojky [11, 27].

Nízkotlaké sodíkové výbojky rozeznáme podle jejich žluté barvy. Jsou přitažlivé pouze pro některé druhy hmyzu, hlavně světlušky. Výhodnější je jejich využití pro celonoční svícení v obytných zónách nebo v zónách s častým výskytem mlhy (na nábrežích, v přístavech). Zaručují dostatečnou viditelnost i v husté mlze [8, 11, 27].

Vysokotlaké sodíkové výbojky mají žlutý odstín jen při rozsvěcování, pak jsou výrazně oranžové. Škodí více než nízkotlaké výbojky a to hlavně hmyzu. Jsou méně škodlivé než zdroje s bělejší světlem, které mají více modré složky. Jsou nejvíce používané a většina znečištění pochází z nich [11, 27].

Rtuťové výbojky se ještě mohou objevit ve starých svítidlech. Jejich počet se celkem rychle snižuje. Jsou nejškodlivější, protože obsahují nejvíce modré a ultrafialové složky záření (UV záření). Rtuťové výbojky přitahují hmyz mnohem více než sodíkové. Lidé mohou být jimi ovlivňováni až třikrát více než vysokotlakovými sodíkovými výbojkami. Rtuťové výbojky s končící životností mají modrozelené zabarvení [11, 27].

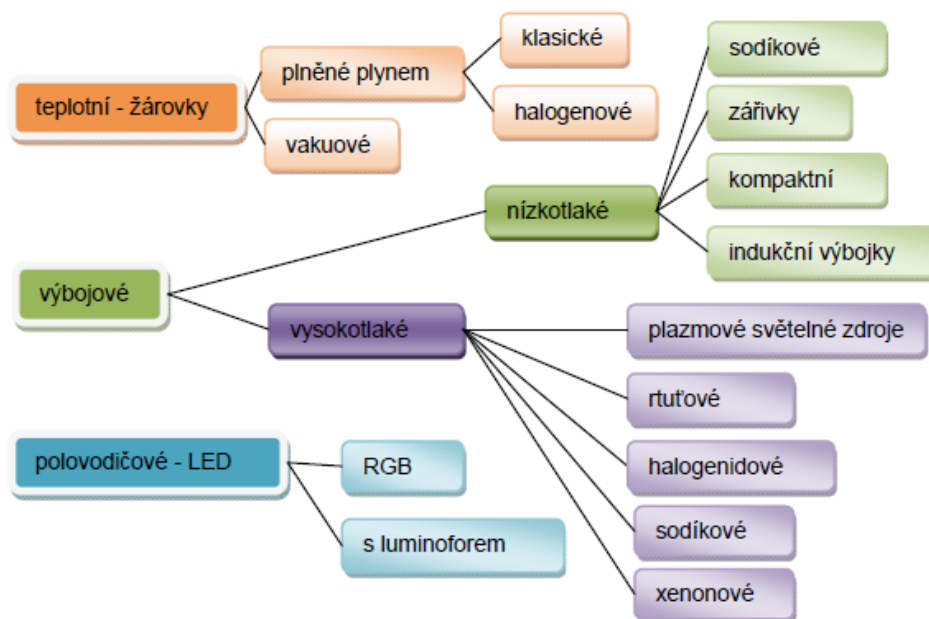
Halogenidové výbojky vyzařují světlo, které je škodlivé pro zdraví lidí a pro živočichy. Mají menší účinnost než sodíkové výbojky a zářivky se stejným příkonem. Mají krátkou životnost. Během svícení mají stabilnější světelný tok a teplotu chromatičnosti [8, 11, 27].

Kompaktní zářivka je úsporná zářivka, která ve srovnání s žárovkou má o 60 až 80 % vyšší energetickou účinnost. Její životnost je desetkrát delší než životnost obvyklé žárovky [11, 27].

LED - poslední dobou dochází k rychlému vývoji této technologie osvětlení. Jeho výhodou je dlouhá životnost, nižší spotřeba energie, lepší možnost regulace a přirozenější „bílé světlo“. Náš organismus je nejvíce citlivý na modrou složku světla, protože připomíná přirozené denní světlo. Světelné zdroje se studeným nebo neutrálním nádechem vyzařují z větší části v modré oblasti. Pro noční prostředí je tedy nejneprůpustnější světlo s modrou složkou [50].

Světelné zdroje dělíme do třech primárních skupin (obrázek č. 2):

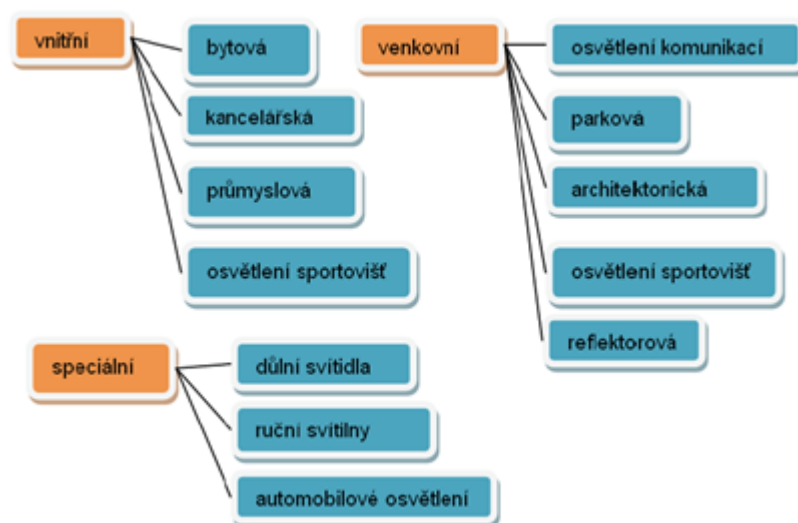
- **teplotní** – žárovky a halogenové žárovky,
- **výbojkové** – zářivky nebo výbojky,
- **světelné diody** – LED [39].



Obrázek č. 2: Třídění světelných zdrojů [39]

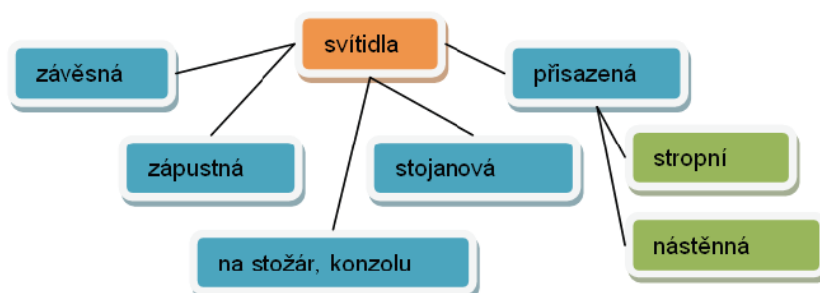
Svitidla jsou zařízení, která rozdělují, filtrují nebo pozměňují světlo vylučované jedním či více světelnými zdroji. Obsahují nejen světelné zdroje, ale i díly potřebné k jejich upevnění a ochraně. Musí mít snadnou montáž, jednoduchou údržbu, dlouhou životnost a bezpečnost. Nesmí tepelně ohrožovat své okolí [39].

Druhy svítidel a jejich třídění popisuje obrázek č. 3.



Obrázek č. 3: Druhy a třídění svítidel [39]

Typy svítidel se rozdělují i podle montáže (obrázek č. 4).



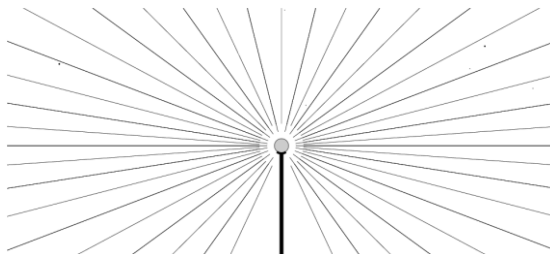
Obrázek č. 4: Svítidla podle typu montáže [39]

Svítidla se zpravidla skládají ze tří podstatných částí:

- **optická část** – usměrňuje světelný tok světelných zdrojů do žádaných směrů, případně mění jejich spektrální složení,
- **elektrická část** – připojuje světelné zdroje k napájecí síti,
- **mechanická část** – upevňuje světelné zdroje uvnitř optického systému a chrání ho před povětrnostními vlivy [43].

2.1.2 Hlavní typy svítidel z hlediska jejich vyzařování

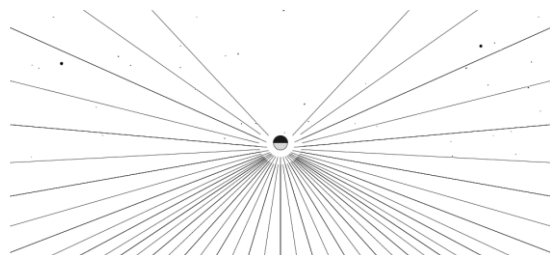
1. typ: vyzařuje především do celého prostoru (obrázek č. 5). Nejvýš pětina světla užitečně osvětluje zemský povrch.



Obrázek č. 5: Nevhodně navržené svítidlo [37]

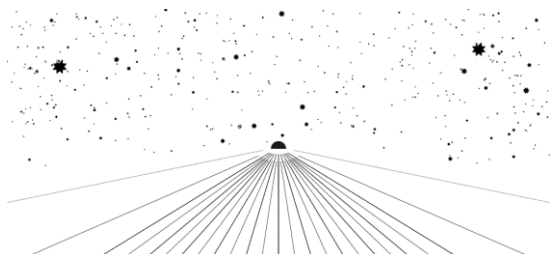
Mnozí architekti si myslí, že tato svítidla jsou ideální. Ve dne mohou působit hezky, ale v noci oslňují, svítí na noční oblohu a nejméně pak na zem [37].

2. typ: vyzařuje především do dolního poloprostoru, ale značná část světelného toku vyvolává oslnění (obrázek č. 6).



Obrázek č. 6: Nevhodně navržené svítidlo [37]

3. typ: vyzařuje pouze do dolního poloprostoru (obrázek č. 7).

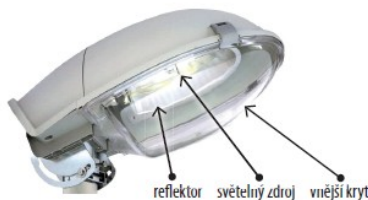


Obrázek č. 7: Dobré svítidlo [37]

Svítidla s plochým sklem jsou z hlediska rušivého světla nejvýhodnější, mají však menší účinnost [37].

2.1.3 Optický systém

Optický systém svítidel musí usměrňovat světelný tok do dolního poloprostoru a distribuovat jeho rozložení podle povahy osvětlované plochy. Proto se užívají reflektory, refraktory nebo difuzory, eventuálně jejich kombinace (obrázek č. 8) [43].



Obrázek č. 8: Optický systém svítidla s vysokotlakou sodíkovou výbojkou [43]

Svítidla, která obsahují světelné diody, využívají optický systém dvou zásadních typů. Prvním typem je optický systém, který je součástí svítidla a reguluje světelný tok diod (obrázek č. 9). Druhým typem je optický systém, který je součástí světelných diod (obrázek č. 10) [43].



Obrázek č. 9: Svítidlo s vlastním optickým systémem, osazené LED modulem [43]



Obrázek č. 10: Svítidlo se světelnými diodami s optickým systémem [43]

U obyčejných uličních svítidel s průhledným krytem je optickým systémem monitorován pouze světelný tok dopadající na reflektor, který se odrazí do žádaných směrů. Optický systém světelný tok zářící rovněž ze svítidla nekontroluje, může tedy dopadat i mimo ozařovanou plochu. U světelných diod je světelný tok vyzařován do dolního poloprostoru, a proto je už zčásti regulován. To vede k většímu využití světelného toku světelných diod [43].

2.2 Typy zdrojů rušivého světla

2.2.1 Veřejné osvětlení

Patří mezi zdroj rušivého světla především proto, že je hodně rozšířené. Naše republika má více než jeden milion svítidel VO. U veřejného osvětlení komunikací v obci by měla být osvětlena hlavně komunikace a její nejbližší okolí. Osvětlení by mělo být rovnoměrné a nemělo by oslňovat řidiče ani chodce [39].

Jsou žádoucí svítidla, která se používají pro osvětlování silnic a chodníků. Směřují světlo tam, kde je žádané. Měla by být nainstalována vodorovně nebo jen s drobným náklonem. K osvětlení komunikací by se neměla užívat dekorativní svítidla typu koule, lucerny a válce. Dokážou využít pouze malou část světla a zbytek je vyzařován do okolí, do oken budov, bytů a na oblohu. Jsou podstatnými zdroji rušivého světla [39].

V souladu s hustotou dopravy je vhodné osvětlení regulovat. Tím se zmírní zátěž nočního prostředí. Osvětlení by mělo být udržováno v dobrém stavu, protože pouze nepoškozená, čistá a vegetací nezarostlá svítidla mohou dobře plnit svoji funkci. Existuje řada svítidel vybavených směrovou optikou. Jsou ohleduplná ke svému okolí a splňují i vysoké nároky na vzhled. Pokud je aplikováno bílé světlo, mělo by být v teplém odstínu, protože má menší dopad na noční prostředí a je příjemnější [39].

2.2.2 Osvětlení pozemních komunikací

Zahrnuje osvětlení v městských aglomeracích (ulice, chodníky, přechody pro chodce, cyklistické stezky), osvětlení klíčových dopravních uzlů a dálkových komunikací, osvětlení dopravních terminálů (autobusových i vlakových nádraží, překladiště, přístavy apod.) a osvětlení tunelů a podjezdů. Je asi nejčetnější verzí VO a má tedy velký podíl na vzniku rušivého světla [39].

Pokud okolí a pozadí vozovky je ve tmě a obloha má minimální jas, je řidičův zrak mnohem citlivější na oslnění. Pak má ztíženou viditelnost a osoby či předměty v okolí komunikace může přehlédnout. Mezním činitelem ovlivňujícím světelné prostředí je počasí. Mokrý komunikace snižují pravidelnost rozložení jasu na povrchu komunikace a tvoří se nápadné jasové skvrny, které mohou oslňovat [8].

2.2.3 Slavnostní osvětlení

Má být takové, aby nezevšednělo (obrázek č. 11). Pokud si nějaká stavba zaslouží i celovečerní osvětlení, mělo by se to přiměřeně skloubit s osvětlením okolního terénu a možná jej i nahrazovat [37].



Obrázek č. 11: Slavnostní osvětlení [autor, 2015]

Pracovní osvětlení by mělo být intenzivnější než to, které používáme pro odpočinek nebo oslavu [37].

2.2.4 Reklamní osvětlení

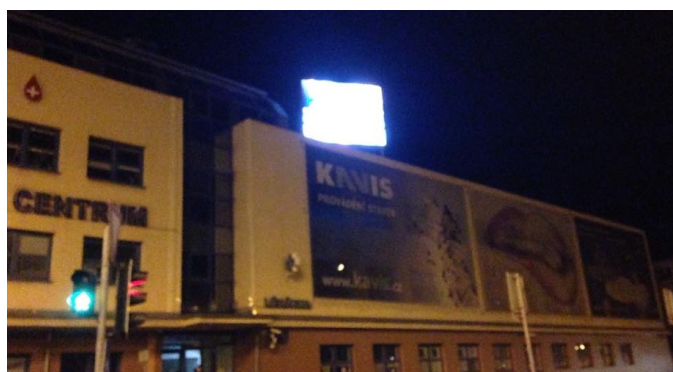
Je to osvětlení reklamních ploch, různých billboardů, směrových ukazatelů obchodních center, osvětlení čerpacích stanic (obrázek č. 12) apod. Klíčovým problémem bývá nepřiměřená vysoká hladina osvětlenosti těchto ploch. Spolu s osvětlením průmyslových a obchodních center tvoří podstatný a rychle rostoucí zdroj rušivého světla [35, 39].



Obrázek č. 12: Čerpací stanice OMV [autor, 2015]

Cílem reklamy je zaujmout pozornost, což je v přímém rozporu se snahou co nejméně zhoršovat okolní prostředí. Přesto se mohou udělat opatření, která přinejmenším omezí dopady na noční prostředí. Intenzita reklamního osvětlení by se měla přizpůsobit okolnímu prostředí, respektovat ho [35].

Jas nasvícených reklamních nosičů či zařízení by neměl podstatně přesahovat úroveň jasů v okolí. V rušném středu velkoměsta s vysokou úrovní osvětlení je přípustná i taková reklama, která by v obytné zóně nebo i ve volné krajině byla nevhodná a rušivá. Pokud se reklama umístí do blízkosti silnic a dálnic, může dojít k oslnění. Jestli se jedná o nápisy a reklamní znaky, je vhodné zdůraznit pouze kontury před celoplošným nasvícením. V pozdních nočních hodinách je vhodné reklamní osvětlení zmírnit nebo úplně vypnout. Zvláštní péči je třeba zasvětit reklamním LED panelům (obrázek č. 13) [35].



Obrázek č. 13: Reklamní LED panel na budově [autor, 2015]

V nočních hodinách by měly být ve statickém režimu a měl by být zmírněn jejich jas. Světlomety ozařující reklamní plochy je třeba nainstalovat na horní okraj konstrukce. K osvětlování by mělo docházet vždy shora dolů. Měly by být vybaveny clonami či stínítky tak, aby světlo nesměřovalo mimo osvětlovanou plochu [35].

2.2.5 Architektonické osvětlení

Může být také výrazným zdrojem rušivého světla. Nasvícení důležitých budov, historických pamětihodností (obrázek č. 14), ale i ostatních architektonických objektů (mosty, sochy, fontány) je pozoruhodným a populárním způsobem, jak zpříjemnit prostředí města či obce v noci [1].



Obrázek č. 14: Kostel Všetech svatých na ul. Frýdlantská [autor, 2015]

Exteriérové osvětlení je dnes taktéž součástí designu mnoha soukromých budov (administrativní stavby, hotely, sportovní stadiony nebo obchodní centra). Taktní a šetrné architektonické osvětlení by mělo být nedílnou a běžnou součástí tohoto trendu [1].

Pro osvětlování náměstí se mnohdy používají nevhodná svítidla tvaru koule, která oslňují. Ta by se měla používat pouze omezeně. V současné době existují svítidla historických tvarů, které mají optiku způsobitou směřovat světlo do určených míst a ne do oken bytů. Památky a fasády domů se často osvětlují zdola. Tím vzniká přesah světelného kužele nad střechy domů, mimo objekt. Nasvětlení musí být citlivé a mířit shora dolů [42].

2.2.6 Osvětlení venkovních sportovišť

Je speciální tím, že se používají svítidla s výkonnými zdroji světla pro dostatečné osvětlení velkých ploch a prostor [39].

Obrázek č. 15 ukazuje osvětlení umělého trávníku na sportovním stadionu Stovky.



Obrázek č. 15: Osvětlené hřiště Stovky [autor, 2015]

2.2.7 Osvětlení průmyslových, logistických a obchodních areálů

Toto osvětlení se podílí čím dál tím více svými rušivými účinky ve venkovním osvětlování (obrázek č. 16). Používání šetrného a přitom plně účelného venkovního osvětlení nepřináší žádné pozoruhodné náklady navíc, ale může to mít velký pozitivní vliv na okolní prostředí. K základům dnešní kultury společnosti by měla patřit společenská odpovědnost a hlavně ohled k životnímu prostředí. Osvětlení by mělo vyhovovat obecným požadavkům na omezení rušivého vlivu na okolí. Většinou stačí světlomety trochu sklopit nebo aplikovat úspornější světelné zdroje či světlo vypínat, když není potřeba [28].



Obrázek č. 16: Obchodní centrum FRÝDA při svítání [autor, 2015]

Tyto areály září do velkých dálek a obsahují studené bílé světlo (obrázek č. 17).

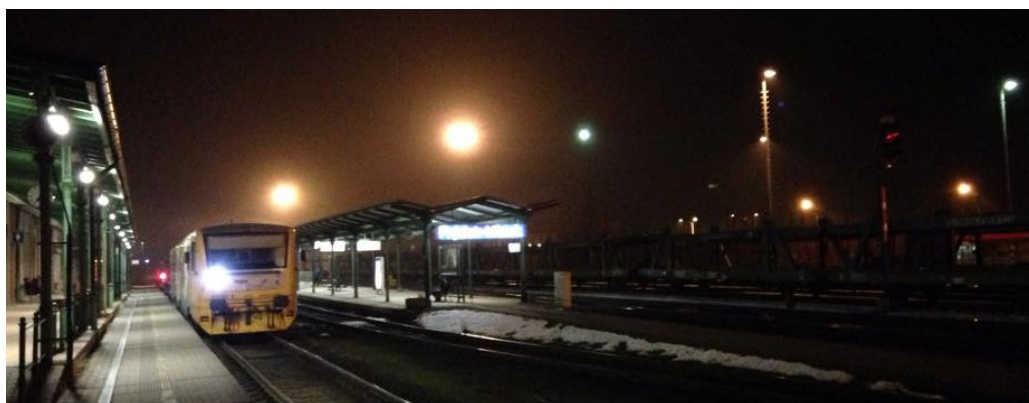


Obrázek č. 17: Obchodní centrum FRÝDA po setmění [autor, 2015]

Pro osvětlení skladových, výrobních a průmyslových areálů by se neměla užívat parková či dekorativní svítidla. Je přiměřené vyvarovat se bílého světla se studeným odstínem. Pokud se v daném prostoru nevykonává činnost, je dobré osvětlení vypnout nebo zmírnit na úroveň žádanou ostrahou objektu [28].

2.2.8 Osvětlení nádražních ploch

Nádražní osvětlení je pěknou ukázkou, že již kdysi se správně osvětlovalo. Svítí jenom do dolního poloprostoru a z boku nejsou vidět, proto neoslňují strojvedoucího. Naopak světlomety osvětlující nádraží patří k největšímu rušivému osvětlení (obrázek č. 18). Je nutné omezit tato svícení lepším nasměrováním světla nebo kryty proti světlu mířícímu vzhůru [42].



Obrázek č. 18: Nádraží ve F-M [autor, 2015]

2.2.9 Osvětlení z oken domácností

Dalším nezanedbatelným zdrojem rušivého světla je osvětlení z oken domácností (obrázek č. 19). Rozsah světelného toku vyzařovaného do horního poloprostoru záleží na zdroji světla, jeho postavení v místnosti a na vlastnostech okna (včetně závěsů a rolet) [39].



Obrázek č. 19: Zářící světlo z oken na ul. Dobrovského [autor, 2015]

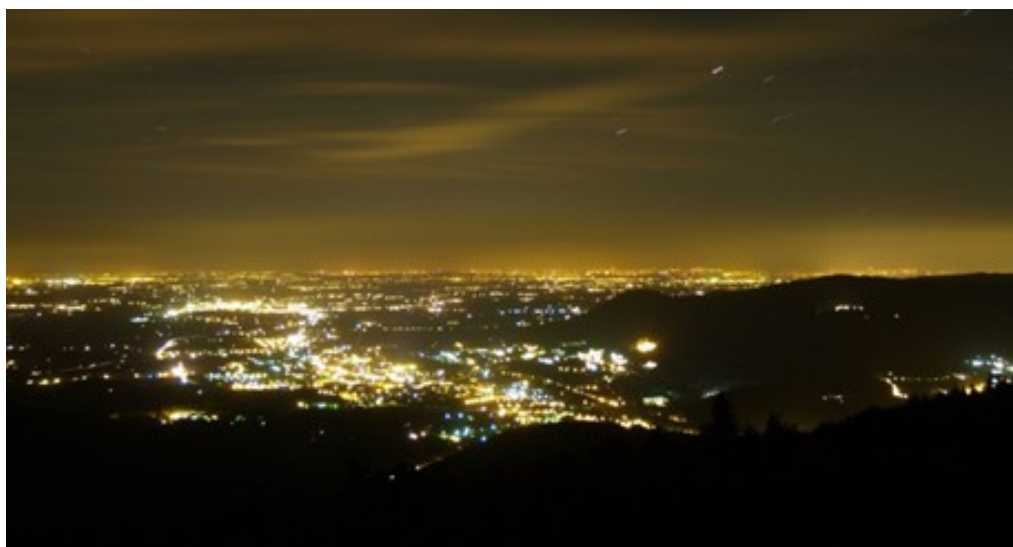
2.3 Světlo vyzářené do horního poloprostoru

Podíl horního světla (ULR) znamená celkový světelný tok vyzařovaný do horního poloprostoru. Rozšiřuje se do horního poloprostoru a vyvolává tak závojevý jas oblohy. Je vytvářen přímou a odraženou složkou světelného toku od terénu a předmětů v okolí [39].

Projevem rušivého světla je narůstající jas oblohy. Problémem jsou nekvalitní světla, která oslňují či dopadají na cizí pozemky a stavby. Snížením těchto projevů se docílí účelnou instalací a nasměrováním svítidel, neosvětlováním nepotřebných míst, správným provozem a údržbou osvětlovacích soustav, vypínáním nebo regulací osvětlení v určitých hodinách, budováním umělých a přírodních bariér [23].

Světlo, které vyzařuje ze svítidel nebo z osvětlených míst směrem nahoru, se v atmosféře rozptyluje stejně jako sluneční světlo mívající dolů na zem. Pokud jde od země méně strmě nahoru, projde delší cestu atmosférou, a proto se rozptýlí více, než světlo jdoucí kolmo vzhůru [11, 27].

Světlo šikmo vyzařované do vesmíru se tedy více rozptýlí. Tím vzniká načervenalý závoj městské oblohy (obrázek č. 20). Vodorovně zářící světlo svítí do očí a ne na chodník. Tím dochází k oslnění [44].



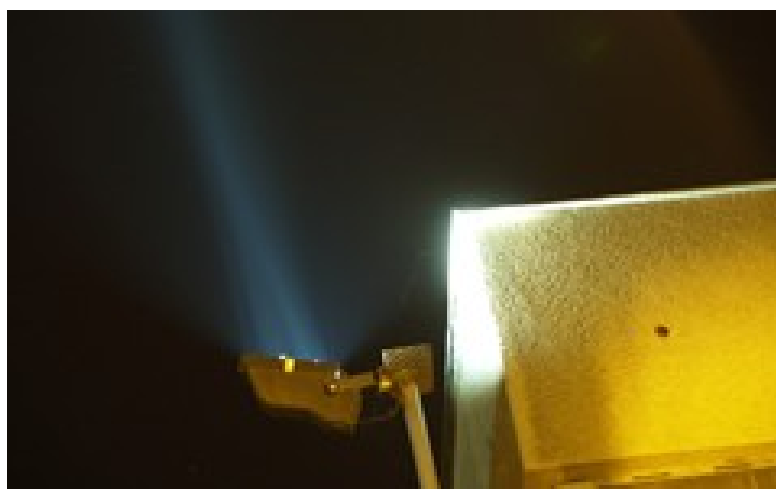
Obrázek č. 20: Pohled z Lysé hory směr F-M [Kondziolka, 2013]

2.4 Světlo vyzářené do vertikálních rovin

Zvýšený jas noční oblohy, pověstný též jako “světelné znečištění”, je jedním z výrazných projevů rušivého světla. Ve volné přírodě lze na noční obloze pozorovat tisíce hvězd a úchvatný pás Mléčné dráhy. To bylo možné vidět ještě před mnoha lety nad většinou našeho území. V současné době je bohužel situace úplně jiná a neustále se zhoršuje. Nad každým městem je už z dálky viditelný oranžový příkrov, přes který prosvítá jen pár desítek, maximálně stovek hvězd. Mléčnou dráhu spousta lidí vůbec nezná a ani na venkově už nelze zahlédnout hvězdné nebe v celé jeho kráse. Důvodem je umělé světlo vyzařující vzhůru, které se rozptyluje v prostředí až do vzdálenosti desítek kilometrů. Tím se stává obloha světlejší a spousta hvězd i dalších nebeských objektů se v ní ztrácí [46].

Lasery a silné světelné svazky mířící vzhůru vždy reprezentují zásah do nočního prostředí. Jejich používání by mělo být pouze pro výjimečné příležitosti. Jejich užití by mohlo ohrozit letecký chod, živočichy (stěhovavé ptactvo) nebo astronomická pozorování. Stálé provozování takového osvětlení je naprosto nevhodné, vůči okolí nezodpovědné a zpravidla se setkává se silnou nevolí obyvatel v okolí [35].

Postup k omezení projevů rušivého světla u VO, zapříčiněného hlavně svícením vodorovně a mírně vzhůru (obrázek č. 21), je nutné předložit nejen do návrhu, ale i do provedení, provozu a údržby VO [23].



Obrázek č. 21: Reflektorem vyzařované světlo [Kondziolka, 2007]

2.5 Oslňující rušivé světlo

Je to světlo, které může vyvolávat oslnění zrakového orgánu (reklamní tabule, stavby, soukromé pozemky, aj.). Svítí i do horního poloprostoru vlivem špatně seřízených svítidel a záměrného reklamního svícení do okolí. Sítnice je vystavena vyššímu jasů a tím je zhoršena zraková pohoda [8, 23].

Rozlišuje se oslnění přímé a oslnění odrazem. Pokud se zrakový orgán rychle nepřizpůsobí, dojde k přechodovému oslnění. Neobvyklá situace nastává při sledování tmavšího pozadí, které je za jasným prostředím. Tomuto jevu se říká oslnění závoje. Zrak je přizpůsoben na určitý jas, a pokud se v zorném poli objeví příliš velké jasy, vzniká oslnění kontrastem [8].

Rušivé oslnění zhoršuje zrakovou pohodu. Pozornost je rozptýlena a dochází k nepříjemnému pocitu.

Omezující oslnění ztěžuje rozpoznávání a namáhá vnímání. Vytváří se dojem vyčerpanosti, nejistoty a pracovní výkon klesá.

Oslepující oslnění zabraňuje vidění i na delší dobu, i když oslnění již zaniklo [52].

Při jízdě noční krajinou umožňují světla automobilu dobře vidět komunikaci. Při vjezdu do města jsou oči řidiče, které jsou adaptovány na nízkou úroveň jasu, oslněny světly VO. Oslnění ztěžuje vidění a dokonce znehodnocuje původní záměr venkovního osvětlení. Jas takového svítidla s nezacloněnou výbojkou může být dokonce bezpečnostním rizikem. Velký jas vytváří inkoustově černé stíny, ve kterých se mohou téměř neviditelně skrývat zločinci [23].

Z hlediska ochrany ŽP před vlivy rušivého světla je třeba:

- minimalizovat rušivé světlo vyvolané VO pozemních komunikací, které svítí přes otevřenou krajinu do dálek, vniká do oken nemovitostí a je vyzařované nad vodorovnou rovinu,
- regulovat hladiny osvětlení pozemních komunikací [9, 21].

2.6 CIE – Mezinárodní komise pro osvětlení

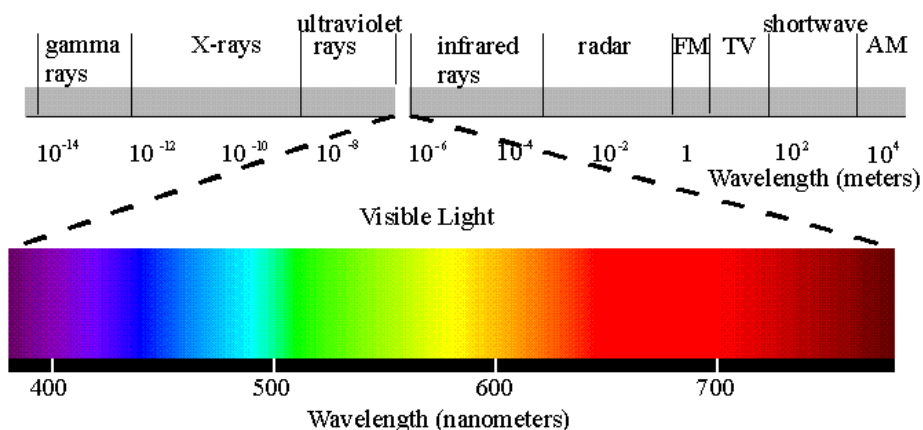
CIE je mezinárodní fórum pro debaty o záležitostech, které se týkají vědy, techniky a umění v oboru světlo a osvětlení. Zpracovává technické normy a k nim příslušné dokumenty. Pro ovlivňování tvorby pravidel ohledně omezování rušivého světla se stačí zapojit do činnosti CIE [21].

Mezinárodní komise vytvořila Směrnici pro minimalizaci jasu oblohy CIE 126-1997. Vznikla ve spolupráci s Mezinárodní astronomickou unií a za spoluúčasti Mezinárodní společnosti pro temné nebe. Tato směrnice je technickou zprávou, která se zabývá teoretickými aspekty jasu oblohy [30].

Formuluje všeobecné zásady pro omezení velikosti jasu a dané limitní hodnoty podílu světelného toku svítidel do horního poloprostoru pro jednotlivé třídy zón prostředí z hlediska potřeb astronomických pozorování. Zóny jsou uvedeny v tabulce č. 1 v příloze č. 1. Pro každé individuální svítidlo platí uvedené mezní hodnoty. Tabulka č. 2 v příloze č. 1 uvádí minimální délky mezi zónami vztažené k referenčnímu bodu v zóně E1 [30].

2.7 Rayleighův rozptyl

Náš zrak může vidět pouze světlo o vlnových délkách cca 380 nm až 780 nm (obrázek č. 22) [36].



Obrázek č. 22: Elektromagnetické spektrum (v nm) [36]

Jeho příčinou se zabarvuje denní obloha domodra a slunce při stmívání dočervena. Je označený podle anglického fyzika Lorda Rayleigha. Světla kratších vlnových délek se rozptylují více než delších vlnových délek. Proto je obloha modré barvy [36].

Pokud máme slunce v poledne v Zenitu, jeho záření projde atmosférou poměrně krátkou dráhou, část krátkovlnného záření se rozptýlí a tím slunce dosáhne žluté barvy a obloha modré. Když bude slunce nad obzorem, světlo v atmosféře urazí mnohem delší dráhu, tím slunce při východu a západu získá červenou barvu [14].

Lord Rayleigh zjistil, že čím čistší je vzduch, tím je modřejší nebe a k rozptylu dochází na molekulách, ze kterých se skládá vzduch. Ruský fyzik Leonid Mandelštam zjistil, že molekuly plynu se pohybují a při srážkách tvoří různé shluky, které se opět rozpadají. Tyto shluky jsou větší než samotné molekuly, proto jsou příčinou modré oblohy. Ruský fyzik dořešil dlouholeté tajemství [25].

Intenzita tohoto rozptylu závisí nepřímo úměrně na čtvrté mocnině vlnové délky (vzorec č. 1). Pro výpočet intenzity rozptylu použijeme vztah:

$$I = 1/\lambda^4$$

Vzorec č. 1: Rovnice pro výpočet intenzity rozptylu [24]

Zdroje bohaté na „bílé“ světlo produkují výrazně vyšší jas oblohy než zdroje se žlutým světlem. LED s vysokou teplotou chromatičnosti a halogenidové výbojky mají jas až osmkrát vyšší než nízkotlaké sodíkové výbojky a až třikrát vyšší než vysokotlaké sodíkové výbojky. I když jas oblohy následkem modrých zdrojů silně klesá se vzdáleností, zrakový vjem jasu oblohy je podstatně vyšší než zdrojů žlutých [24].

2.8 Beskydská oblast tmavé oblohy

Nejbližší tmavou oblastí pro město F-M je Beskydská oblast tmavé oblohy. Nalézá se na Česko – Slovenské hranici s centrem okolo obcí Staré Hamry a Bílá. Její plocha je 308 km². Prochází územím obcí Staré Hamry, Bílá, Čeladná, Morávka, Krásná, Horní Bečva, Ostravice, Makov, Korňa, Turzovka, Vysoká nad Kysucou a Klokočov (sedm českých a pět slovenských obcí). Větší část území spadá do CHKO Beskydy a CHKO Kysuce. Nejvyšším vrcholem v této oblasti je Lysá hora (1 323 m n. m.) Obrázek č. 23 ukazuje mapu s označenou hranicí této oblasti [55].



Obrázek č. 23: Mapa s vyznačenou hranicí Beskydské oblasti [55]

2.9 Negativní vlivy rušivého světla

Život na Zemi je od samého vzniku ovlivňován střídáním dne a noci, světla a tmy. Lidé, živočichové i rostliny mají tento rytmus zašifrován hluboko v genech. Životní cyklus je podržován periodickým proměnám délky dne během ročních období. Velká část živočichů se aklimatizovala životu ve tmě a je na ní absolutně závislá při obživě, rozmnožování či migraci. VO, světlomety závodů a reklamní panely obchodních center prozářily krajinu a smazaly rozdíl mezi dnem a nocí. Pochopitelně to není bez důsledků. Pro mnoho druhů tvorů to může být katastrofální [32, 46].

Rušivé světlo může zhoršovat prostorovou orientaci zvířat, pozměňovat vzájemné vztahy mezi odlišnými druhy a působit na psychologii, shánění potravy, rozmnožování, komunikaci a další chování zvířat. V přírodě již místy ubyly nebo úplně zanikly druhy závislé na noční tmě. Především se to týká hmyzu, plazů a obojživelníků [20, 44].

S rušivým světlem o vysokých intenzitách se existence leckterých rostlinných i zvířecích druhů dramaticky přeměnila. Nesprávné noční osvětlování nabourává noční ekosystémy a plete stěhovavé ptáky [20, 44].

Do čím dál tím více osvětlovaných měst a obcí přicházejí živočichové méně citliví na rušivé světlo (divoká prasata, medvědi, kuny), vlivem paniky parohatá zvěř (světloplaši) a hlavně myši, potkani a švábi (synantropní) [32].

Výzkum, který se zabývá zvířaty žijícími ve městech a jejich reakcemi na ztrátu noci, je teprve na počátku. Rovněž výzkum působení světla v noci na rostliny, hlavně stromy. K ochraně nočního prostředí stačí jednoduchá a účinná opatření. Je nutné zrušit svícení do směrů, kam to není nutné, hlavně vzhůru a do vodorovných vzdáleností. Perfektně cloněná výbojka přivábí hmyz mnohonásobně méně. Nepostřehnou ji ptáci a nebude svítit na vodní plochy. A rozhodně nemusí být o takovéto intenzitě. Určitě ne tehdy, když večerní činnost utichne [48].

2.9.1 Rostliny

Pro ně je světlo životně důležité. Nezbytnou energii pro své metabolické procesy čerpají ze slunečního svitu pomocí fotosyntézy. Díky pravidelnému střídání dne a noci, letních a zimních dnů se u nich rozvinul mechanismus, který ovládá životní funkce [19].

Důležitá je tvorba a proměna hormonu fytochromu. Hodně záleží, kolik světla na rostlinu dopadá. Umělé noční osvětlení posouvá dobu kvetení, opadávání listů a vyklíčení semen rostlin. Ze zemědělských plodin má noční osvětlování negativní vliv na rýži. Dochází ke zpoždění produkce rýžového klasu [8, 19].

2.9.2 Stromy

Pouze z dílčích pozorování se ví, že stromy nacházející se blízko svítidel mívají světlem deformované koruny. Ovládají jím střídání denního (asimilace) a nočního (respirace) metabolismu. Svítit na památkově chráněný strom je jistý způsob, jak se jej jistě zbavit [20].

Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) patří ve F-M mezi nejrozměrnější strom a nepochybně je i jedním z nejstarších stromů ve městě (obrázek č. 24 a č. 25). Jeho věk se předpokládá okolo 200 let. Jeho obvod kmene je zhruba šest metrů [57].



Obrázek č. 24: Osvětlení jasanu ztepilého [Kondziolka, 2007]

Obrázek č. 25: Nasvětlený jasan ztepilý [Kondziolka, 2007]

Vlivem umělého osvětlení jsou nejznatelnější odchylky u platanu javorolistého (*Platanus hispanica*). Na podzim, kdy listí usychá a následně opadá, u ovlivněných stromů lze ještě spatřit zelené listy. Překážkou by mohlo být, že stromy nebudou připravené na mrazy. Pokud se bude jednat o stromy chráněné, je třeba jim zajistit ochranu před přímým světlem. Rušivé světlo zhoršuje roční cyklus stromů, které pak v plné zeleni mohou i umrznout [11, 44].

2.9.3 Hmyz

Obyčejné venkovní svítidlo láká hmyz už ze vzdáleností stovek metrů. Ihned po přiletu buď okolo svítidla napřed dlouho krouží (obrázek č. 26) a pak jednoduše spadne vysílením na zem nebo do něj naráží. Pokud najde nějakou skulinku, může i uvíznout v nepřiléhavém dolním krytu, kde se spálí o horkou výbojku. Bývá lehce lapen predátorem. Důležité jsou hlavně druhy nezbytné pro reprodukci mnoha druhů rostlin a pro plodnost ovocných stromů [51].

Do ohrožené skupiny hmyzu patří motýli, brouci, chrostíci, blanokřídlí, mouchy apod. Jsou důležitou potravou hmyzožravého ptactva, netopýrů a jiných živočichů. Jde o značné ohrožení druhové rozmanitosti, potravních řetězců a k narušení rovnováhy ekosystému [33].



Obrázek č. 26: Hmyz nalétávající na lampu VO [Kondziolka, 2007]

Například jepice se kvůli osvětlení přesunuly do neosvětlených nebo méně osvětlených částí. Došlo i k úbytku hmyzu na světlomotech vozidel v průběhu noční jízdy ve stále osvětlovaných místech a okolo dopravních tratí. Kdysi bylo nutné reflektory čistit po každé jízdě, dnes již stačí mírný déšť. Světlo lze využít k odchyту určitých druhů pro vědecké záměry (např. motýli řádu *Lepidoptera*) [3].

Světelné zdroje likvidují milióny kusů hmyzu tím, že mimo ničení je ruší při konzumaci potravy a při činnostech jako je opylování, kopulace a kladení vajíček, noční vidění, cirkadiánní cyklus, navigace hmyzu, rozptýl v terénu a migrace. Stávají se lehce kořistí nočních ptáků, netopýrů a pavouků. Dochází ke zmenšování populací, kdy nejdříve mizí citlivé druhy (stenoekní) [33].

Negativní vlivy osvětlení lze snížit snadným způsobem. Na svítidla VO se dá nainstalovat clonění, které změní distribuci světelného toku. Může se zmenšit i příkon. Tento postup musí být vždy projednán se světelným technikem, aby se změnou ve výkonech nedošlo k ohrožení bezpečnosti. U starších soustav VO se vyměnění svítidla s vyšším výkonem za nižší. Tím by mělo dojít u svítidel i k úbytku nalétajícího hmyzu [3].

2.9.4 Ptáci

Noční světlo nepřitahuje pouze hmyz, ale ohrožuje také ptáky, kteří hynou nárazem do osvětlených staveb nebo se otáčejí kolem nasvětlených billboardů (obrázek č. 27) [44].



Obrázek č. 27: Ptáci zmateně kroužící nad billboardem [Kondziolka, 2007]

Asi dvě třetiny ptáků táhnou převážně v noci. Týká se to především menších druhů, které neplachtí, ale nepřetržitě mávají křídly (zpěvní ptáci). Při tahu jsou nasměrováni podle hvězd a podle magnetického pole. Pokud je zataženo, jsou pozemními zdroji světla podstatně více uváděni ve zmatek. Začnou se otáčet kolem nich, vrážet do světlých ploch (oken výškových budov) nebo popleteně přistávají a nepokračují v cestě. Světlo směřovaný do mraků mohou považovat za světlou skvrnu, přes kterou se budou chtít dostat nad oblačnost, aby měli zase hvězdy nad sebou [20, 51].

Velká část ptáků se orientuje na základě hvězd. Světelné body na zemi je dezorientují, hlavně při mlhavém či deštivém počasí. Především po půlnoci, kdy snižují výšku tahu a spouštějí se k zemi, kde hledají místo k dennímu oddechu. Dezorientovaní se tak střetávají s výškovými stavbami [13].

Důsledkem bývá i oslabení dobře nastaveného cyklu kořist – predátor. Příkladem jsou netopýři, kteří zmateně loví kroužící hmyz nebo potápky chytající vodní plankton přitahován intenzivním světlem [44].

Nápadný účinek nočního osvětlení ukazuje zpěv zpěvného ptactva (kosa). Vyzkoumalo se, že pěvci v městském parku začínají zpívat v dřívějších ranních hodinách než ve volné přírodě. Tento rozdíl se přikládá nočnímu osvětlení parku a zesílenému hluku [33].

2.9.5 Netopýři

Někteří netopýři se naučili chytat hmyz přitahovaný veřejným osvětlením. Netopýr hvízdavý je až desetkrát aktivnější právě v těchto místech. Svítidla VO využívají pouze rychle létající druhy, kteří loví v otevřené krajině (netopýr rezavý, netopýr večerní, netopýr pestrý a netopýr hvízdavý). Nepochybně rychleji prchají před svými nepřáteli, jako jsou sovy nebo draví ptáci. Naopak pomalu létající druhy citlivěji reagují na světlo. Patří sem například vrápenec velký, netopýr brvitý a netopýr ostrouchý. Těžce se rozhodují, zda vylétnout dříve a riskovat napadení predátorem nebo až za tmy, kdy už je hmyzu méně. Je to důležité hlavně v období krmení mláďat. Osvětlení ve volné přírodě může být jejich velkým problémem. Například osvětlení cyklostezek může poškodit jejich trasy [54].

Byly zkoumány účinky přímého osvětlení na netopýry. Rušivé světlo zdržuje zahájení nočního výletu, prodlužuje délku vylétávání a v krajních situacích může vyhladit i celou kolonii. Mláďata žijící v osvětlených budovách bývají menší než ta v neosvětlených. Podle odchylek v délce předloktí a jejich váhy mívají i porodní období později a růst je pomalejší než u mláďat žijících v neosvětlených budovách. Rušivé světlo nepůsobí pouze na lov, ale i na volbu úkrytu a výletové vystupování. Bylo vysledováno, že netopýři nevlétali po soumraku z kostelů, které byly ozářeny slavnostním osvětlením [4].

Je podivné, že některé druhy netopýrů jsou zákonem chráněné a jiným se může narušovat jejich životní prostředí. Tím, že přebývají ve věžích kostelů a ty se osvětlují, dochází k jejich poškozování [34].

2.9.6 Mořské želvy a plankton

Na zvětšující se poškozování životního prostředí venkovním osvětlováním přišli biologové, prozkoumávající mořské želvy. Umělé osvětlování narušuje všechny vodní ekosystémy, protože mnoho organismů závisí na tmavých bezměsíčných nocích. Většina vylihnutých želv umírá, jelikož místo do moře se vydají od něj [20, 51].

Osvětlení o více než jednu setinu luxu brání vyplouvat dafnií na hladinu, tím pádem i konzumaci fytoplanktonu. Pokud se ruční svítidla na několik minut namíří na nějaké místo ve vodě, přivábí plankton. Bude se chaoticky vířit a ihned se stane úlovkem nějakého potápníka. Špatně nasvětlená nábřeží a cyklostezky v okolí řek mohou rovněž narušit ekosystém řeky [2, 20].

2.9.7 Obojživelníci

Umělé noční osvětlení může přeměnit jejich reprodukční chování. Například samičky některých druhů žab, když je hladina světla zvýšená, jsou méně náročné při volbě samečka. Pravděpodobně dávají přednost spěšně se spářit a vyvarovat se zvýšenému predacímu nebezpečí během páření. Noční osvětlení může rovněž zamezit pohybu obojživelníků na místa rozmnožování a zase z nich jinam [34].

2.9.8 Lidské zdraví

Tak jako u živočichů má rušivé světlo účinek i na lidi. Velké množství umělého světla v noci pozměňuje náš normální denní cyklus. Účinek rušivého světla na zdraví může způsobovat bolesti hlavy, vyčerpanost, stres, znepokojení a nespavost. Nepřítomnost světla v noci je požadována pro správné fungování organismu. Používání umělého osvětlení změnilo životní způsob člověka a jeho životní prostředí [7, 45].

K přímým negativním účinkům světla patří:

- oslňování – překročení adaptační schopnosti lidského zraku,
- rušení – světlo rušící některou lidskou činnost (spánek, pozorování).

K nepřímým negativním účinkům světla patří:

- obtěžování – nepříjemné ovlivňování prostředí lidí,
- přivození pocitu neklidu – emoční stres z negativně vnímaného světla [47].

Hodně lidem rušivé světlo zřetelně zhoršuje kvalitu spánku a tím i kvalitu života. Nedokonalost spánku, chronická vyčerpanost a menší odolnost proti stresu je příčinou mnoha zdravotních potíží. Na tmě je závislá produkce melatoninu, který se vylučuje v noci. Nazývá se spánkovým hormonem. Stoupající hladina melatoninu způsobuje ospalost a její pokles nás nutí k činnosti. Jeho tvorba je hodně ovlivněna světelnými podmínkami nejbližšího okolí [7, 15].

Člověk je významnou součástí přírody. Cirkadiánní rytmy a mechanismy řídící tělesné funkce a pochody jsou odrazem splynutí člověka s přírodou, na základě vývoje, který fungoval miliony let. Člověk si musí najít střední cestu k soužití s přírodou. Porušením cyklu světlo – tma u člověka dochází k syndromu sezónní deprese, k poruchám spánku, k neurologickým, psychiatrickým a autoimunitním onemocněním [7].

3. HODNOCENÍ RUŠIVÉHO SVĚTLA (NORMY)

Problém rušivého světla se promítá do různých odvětví našeho života. Začíná to ochranou nočního životního prostředí pro živočichy a rostliny přes vměšování do našeho života, přes negativní zdravotní účinky až po ztrátu přirozené hvězdné oblohy [23].

Rušivé světlo se v posledních letech stává problémem hlavně velkých měst. Různé reklamní tabule, osvětlení chodníků a silnic, obchodních výloh, klubů a koncertů přispívá k oslnění. Nadměrné světlo má negativní vliv na přírodu a noční živočichy [18].

3.1 Národní normy

Normy předepisují určité nároky a požadavky na osvětlení, na bezpečnost, na kvalitu a na různá měření. Jsou převzaté z evropských a mezinárodních norem.

- ČSN EN 12665 Světlo a osvětlení – Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení,
- ČSN CEN/TR 13201-1 Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Výběr tříd osvětlení,
- ČSN EN 13201-2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky,
- ČSN EN 13201-3 Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet,
- ČSN EN 13201-4 Osvětlení pozemních komunikací – Část 4: Metody měření,
- ČSN EN 1837 Bezpečnost strojních zařízení – Integrované osvětlení strojů,
- ČSN EN 1838 Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení,
- ČSN EN 13032-1 Světlo a osvětlení – Měření a uvádění fotometrických údajů světelných zdrojů a svítidel – Část 1: Měření a formát datových údajů,
- ČSN EN 13032-2 Světlo a osvětlení – Měření a uvádění fotometrických údajů světelných zdrojů a svítidel – Část 2: Způsob uvádění údajů pro vnitřní a venkovní prostory,
- ČSN EN 13032-3 Světlo a osvětlení – Měření a uvádění fotometrických údajů světelných zdrojů a svítidel – Část 3: Způsob uvádění údajů pro nouzové osvětlení pracovních prostorů [17, 31].

3.2 Mezní hodnoty rušivého světla

V závislosti na rozloze aglomerace a atmosférických podmínkách můžeme rušivé světlo podle normy ČSN EN 12464-2 zařadit do několika tříd:

E1 – tmavé prostory (národní parky a chráněná území),

E2 – oblasti s velice malým jasnem (průmyslové a obytné venkovské zóny),

E3 – středně světlé oblasti (průmyslová a obytná předměstí),

E4 – velice světlé oblasti (městská centra a obchodní zóny).

Na vzhled a příjemné působení v noci má vliv barevný tón světla, podání barev, zevnějšek svítícího svítidla a osvětlovací soustavy, montážní výška svítidel a regulace úrovně osvětlení [9, 21].

S ohledem na životní prostředí se doporučují používat svítidla podle třídy oslnění, uvedené v tabulce č. 3 a č. 4 v příloze č. 1. Obvykle se používají světelné zdroje a svítidla, které odpovídají třídě G1, G2 a G3. Jejich tradiční název je svítidlo „částečně cloněné“ a „cloněné“. Světelný zdroj a svítidlo třídy G4, G5 a G6 se nazývá „plně cloněné svítidlo“. Pro omezování rušivého světla je nutné svítidla zařazovat do jednotlivých tříd svítivosti, uvedené v tabulce č. 5 v příloze č. 1 [9, 21].

Limitní hodnoty světelnotechnických veličin VO v daných zónách jsou uvedené v tabulce č. 6 a č. 7 v příloze č. 1. Ve větších zkoumaných oblastech se můžou nacházet různé zóny vedle sebe. Pokud to tak je, měly by přecházet jen o jeden stupeň [39].

3.3 Třídy osvětlení

Vycházejí z evropské normy ČSN EN 13201-2 **Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky**. Formuluje fotometrické třídy osvětlení pro pozemní komunikace na zrakové potřeby uživatelů komunikace a bere v úvahu působení na ŽP [41].

Třídy osvětlení ME a MEW uvedené v tabulce č. 8 v příloze č. 1 platí pro řidiče motorových vozidel pohybujících se po komunikacích se střední až vysokou povolenou rychlostí. Řada tříd osvětlení uvedená v tabulce č. 9 v příloze č. 1 je určena pro řidiče motorových vozidel a jiné uživatele komunikace v konfliktních oblastech – obchodní třídy, složitější křižovatky, kruhové objezdy, oblasti, kde vznikají dopravní zácpy [38].

Rušivé oslnění se hodnotí pomocí tříd clonění G (pro třídy osvětlení CE) a tříd oslnění D (pro třídy osvětlení S, A, ES a EV) [38].

Třídy osvětlení CE uvedené v tabulce č. 10 v příloze č. 1 platí pro řidiče motorových vozidel a další účastníky pohybujících se na komunikacích v konfliktní oblasti. Patří sem obchodní třídy, komplikovanější a okružní křižovatky a prostor, kde vznikají zácpy apod. Dají se také využít pro chodce a cyklisty v podchodech či podjezdech [38].

Třídy osvětlení S uvedené v tabulce č. 11 v příloze č. 1 a alternativní třídy osvětlení A uvedené v tabulce č. 12 v příloze č. 1 platí pro chodce a cyklisty na stezkách pro chodce nebo cyklisty v odstavných pruzích nebo ostatních částech komunikace, které leží odděleně nebo podél vozovek dopravních tahů, a dále jsou určeny pro komunikace v obytných zónách, pěší zóny, parkoviště, školní dvory [38].

Doplňkové třídy osvětlení ES udané v tabulce č. 13 v příloze č. 1 platí pro pěší zóny s úmyslem omezit kriminální nebezpečí a zesílit dojem bezpečí [38].

Doplňkové třídy osvětlení EV udané v tabulce č. 14 v příloze č. 1 platí v případech, kde je nutné zaručit dobrou viditelnost svislých ploch, např. na křižovatkách [38].

3.4 Regulace osvětlení

Pro provoz každého VO by měl být zpracován Generel. Nesmí se provádět regulace osvětlení vypínáním jednotlivých svítidel. Došlo by k nerovnoměrnosti osvětlení a tím k ohrožení bezpečnosti pěšího i silničního provozu. Umístění světelných míst je provedeno tak, aby byl splněn účel bezpečnosti a zrakové pohody účastníků silničního provozu [38, 53].

ČSN CEN/TR 13201-1 Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Výběr tříd osvětlení toleruje snížení hladiny osvětlení až o 50 % jmenovité hladiny osvětlení, v určitých extrémních situacích až o 75 %. V místech s vysokou kriminalitou nebo se zvýšenou nehodovostí se však tato regulace nedoporučuje. Uplatňuje se na rychlostních, sběrných a obslužných komunikacích (I. až III. stupeň osvětlení). Zde se doporučuje použití napěťových regulátorů s nastavitelnou dobou činnosti (od 23.00 hod. do 04.00 hod.). Do vybraných úseků VO je možno zařadit II. stupeň regulace, kdy se v době od 22.30 hod. do 04.00 hod. vypíná jeden ze dvou zdrojů ve svítidlech [38, 53].

ČSN EN 13201-2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky obsahuje přehledné tabulky pro svítidla různého krytí a stanovuje interval čištění různých typů svítidel. V místech se zvýšeným znečištěním ovzduší a velkým prachovým spadem je nutno v rámci údržby provádět čištění ve stanovených lhůtách. To upravuje Řád preventivní údržby společnosti TS a.s. F-M [38, 53].

3.5 Spínání osvětlení

Spínání osvětlení řeší národní příloha **ČSN EN 13201-2**. Doba provozu osvětlení pozemních komunikací má vycházet z nároku na dostatečnou viditelnost i v době od soumraku do svítání. Měla by být optimální, aby byla hospodárná, ale zbytečným zkrácením nezvyšovala nebezpečí nehod. Osvětlení je lepší spínat fotobuňkou a respektovat zaclonění pozemní komunikace okolní zástavbou a veřejnou zelení [38, 53].

Minimální hodnoty denní osvětlenosti ve vazbě na typ okolní zástavby

Zapínání VO	80 lx (hustá, vysoká zástavba)	40 lx (nízká, žádná zástavba)
-------------	---------------------------------------	--------------------------------------

Vypínání VO	40 lx (hustá, vysoká zástavba)	20 lx (nízká, žádná zástavba)
-------------	---------------------------------------	--------------------------------------

[53].

3.6 Navrhování VO ve vazbě na související zákony

VO, tak jako zbylé části městského mobiliáře, je nedílnou složkou architektonického vzhledu města. Hlavně v územích se zvláštní ochranou je nutné klást důraz na propojení umělého osvětlení na architekturu a přírodní podmínky v řešeném území [38].

Ve vyhlášce č. 104/1997 Sb. je § 25 Veřejné osvětlení, který říká: „Dálnice a silnice se vždy osvětlují v zastavěném území obcí. Mimo toto území se osvětlují jen zvlášť určené úseky, jako např. v tunelech a na jejich přilehlých úsecích, výjimečně na křižovatkách, za podmínek obsažených v závazných ČSN 736102, 737507. Osvětlení lze zřídit i v oblastech, kde to zdůvodňuje intenzita dopravy, případně četnost chodců a cyklistů.“ [6].

Vztahy mezi zařízením VO a veřejnou zelení upravují normy, zejména ČSN 736110 a ČSN 736005. **Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší byl zrušen zákonem č. 87/2014 Sb. o ochraně ovzduší.** Legislativa v dnešní době rušivé světlo neřeší [43, 53].

Jedná se o dotčení území stavbou VO chráněných zákony nebo vyhláškami:

- zákon ČNR č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči v platném znění,
- zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny v platném znění,
- zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu,
- zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon),
- zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon),
- zákon č. 266/1994 Sb., o drahách,
- zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší byl zrušen zákonem č. 87/2014 Sb. o ochraně ovzduší,
- zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií,
- zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (energetický zákon),
- vyhláška č. 51/2006 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě,
- zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích spolu s vyhláškou č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích [56].

3.6.1 Cyklistické stezky

Podle **ČSN 736110 Projektování místních komunikací** mají být osvětleny v zastavěném úseku obce a v místech křížení s komunikacemi. Cyklistické stezky je potřeba plánovat včetně VO. Kvůli rychlosti pohybu cyklistů musí být tyto stezky osvětleny lépe než chodníky pro pěší. Na souběžných stezkách s cestami pro auta jsou cyklisté navíc oslňováni světlomety předjíždějících vozidel [49, 53].

Základní světelně technické požadavky na osvětlení jsou uvedeny v tabulce č. 15 v příloze č. 1. Na osvětlení je vhodné použít k tomu určená speciální svítidla s širokou křivkou svítivosti. Pro dosažení požadovaných hodnot není nutné vystavět zbytečně vysoký počet světelných míst [49, 53].

3.6.2 Pěší zóny

Z hlediska **ČSN 736110 Projektování místních komunikací** jsou zatříděny do funkční třídy D1 a D3 – zklidněné komunikace. Její funkce je rekreační, relaxační, informační, obchodní a nákupní [38, 53].

Základní světelně technické požadavky na jejich osvětlení jsou uvedeny v tabulce č. 16 v příloze č. 1. Mimo opatření nezbytné horizontální intenzity osvětlení je důležitá i vertikální osvětlenost, poněvadž zrakové informace převažují na vertikálních polohách. Je to významné pro viditelnost chodců, vchodů do domů, odlišných značek, nápisů [49].

Oblasti se rozčleňují do tří skupin: **P1** (plocha pěší zóny dominantní, společensky a historicky důležitá, se štědrou obchodní sítí a silným pěším provozem), **P2** (plocha pěší zóny méně podstatná nebo navazující na prostor P1) a **P3** (okrajová část pěší zóny) [49].

3.6.3 Přechody pro chodce

V **ČSN 736110 Projektování místních komunikací** jsou vydána doporučená opatření na přechodech pro chodce. Doporučuje se instalovat intenzivnější osvětlení i s různým zabarvením světla. Světelný zdroj by měl být situován nad nebo před přechodem a měl by zabezpečit viditelnost chodců z obou směrů i na čekacích místech a také viditelnost vodorovného značení. Radí se zajistit delší dobu osvětlení [5].

V **ČSN EN 13201-2 Osvětlení pozemních komunikací** je úmyslem místního osvětlení přechodů upozornit řidiče motorových vozidel na přítomnost přechodů pro chodce a osvětlit chodce na nebo u přechodu pro chodce [38, 49].

Pokud se v místě přechodu zajistí postačující vysoká úroveň jasů osvětlení komunikace, lze dostatečného negativního kontrastu docílit účelným umístěním obvyklých uličních svítidel. Chodec bude znatelný jako temná silueta na jasném pozadí. Na přítomnost přechodu pro chodce lze řidiče motorových vozidel upozornit i tím, že se užije místní osvětlení s přídatnými svítidly. Tím dojde k přímému osvětlení chodců na přechodu nebo stojících u přechodu. Kolmá osvětlenost chodců musí být zřetelně větší než vodorovná osvětlenost vozovky opatřená běžným osvětlením komunikace. Je nutné i dostatečně nasvětlit oba konce přechodu, kde chodci vyčkávají před vstupem do vozovky [48, 49].

Místní osvětlení přechodů pro chodce s pozitivním kontrastem se doporučuje řídit samostatně. Zapínalo by se dříve a vypínalo později než hlavní osvětlení komunikace. Světlo vyzařované ze svítidel musí řidiči vidět ve dne, za šera i v noci. Kontrast jasů nesmí u řidiče snižovat vnímání chodců na přechodu. Křivka svítivosti svítidel by měla být distribuována tak, aby řidiči vnímali přechod už ze vzdáleností okolo 120 m [48].

3.7 Údržba VO

VO je komplikovanější technické zařízení, které se musí udržívat. Podle Zákoníku práce (§ 133) je nutné zajistit bezpečnost a bezporuchovost jeho provozu. Toho dosáhneme pravidelnými kontrolami a plněním úkolů, které stanovují právní a technické normy zajišťující bezpečnost práce a bezpečnost technických zařízení [5, 38, 53].

V ČSN 332000-1 se uvádí, že elektrická zařízení by se měla pravidelně sledovat a udržívat. Musí být zajištěna jejich správná činnost a bezpečnost [5, 38, 53].

3.8 Revize VO

Revize prošetřují celkový stav VO z hlediska bezpečnosti a provozní spolehlivosti. Jsou prováděny výchozí revize, pravidelné, částečné, případně i mimořádné revize. Spolehlivá představa o stavu VO, o jeho nedokonalostech a závadách je důležitým prostředkem protiúrazové prevence. Revize VO se musí provádět pravidelně [9, 38, 53].

Pravidelná revize se provádí jedenkrát za čtyři roky. Prohlídkou, měřením a zkoušením se zaručuje, jestli v době provozu u VO nedošlo ke změnám (obrázek č. 28), úpravám a tím i odchylkám od platných předpisů a norem, které by ohrožovaly bezpečnost osob a věcí. Součástí pravidelné revize by mělo být i posouzení vhodnosti instalované světelné soustavy, měření osvětlení, případně návrh na změny [9, 38, 53].



Obrázek č. 28: Netěsnící svítidlo [fotoarchiv TS a.s., 2013]

4. MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ RUŠIVÉHO SVĚTLA V LOKALITĚ F-M

Používají se tyto přístroje:

Luxmetr je přístroj (obrázek č. 29), který měří osvětlenost obecné plochy. Měří rovinnou, kulovou, polokulovou, válcovou a poloválcovou osvětlenost [12].



Obrázek č. 29: Přístroj na měření luxů používaný v TS a.s. [autor, 2015]

Jasoměr funguje na podobném principu jako luxmetr, ale má navíc optiku (obrázek č. 30). Měří jas povrchů vyzařujících nebo odrážejících světlo. Mívá optický systém, který umožňuje nasměrovat svůj měřicí systém přímo na zvolené místo [12].



Obrázek č. 30: Přístroj na měření jasů používaný v TS a.s. [autor, 2015]

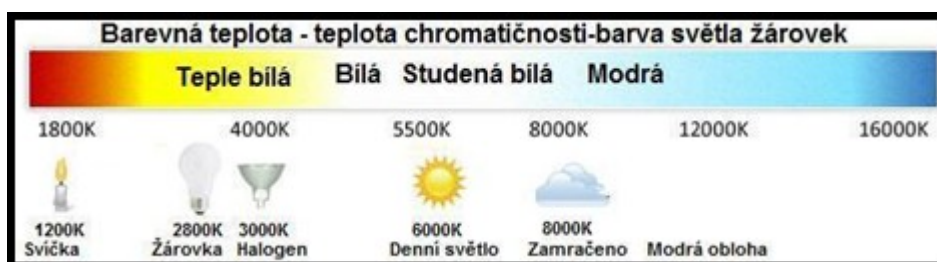
4.1 Základní světelně technické veličiny

4.1.1 Měrný světelný výkon – η

Měrný výkon je podíl vyzařovaného světelného toku a příkonu světelného zdroje. Jednotkou je lm/W (lumen na watt) a počítá se tak, že světelný tok Φ (lm) se podělí příkonem P (W). Zdroj hodnotněji přemění dodanou energii na světlo při větším měrném výkonu. Čím větší měrný výkon, tím hodnotnější zpracování světla [22, 40].

4.1.2 Teplota chromatičnosti – T_c

Vyjadřuje se srovnáním s Planckovým černým zářičem. Jednotkou je K (Kelvin). Jakmile teplota černého tělesa naroste, podíl modré části se ve vyzařovaném spektru navýší a podíl červené poníží. Obrázek č. 31 ukazuje teplotu chromatičnosti [22, 40].



Obrázek č. 31: Barevná teplota [22]

4.1.3 Index podání barev – R_a

Vnímání barvy konkrétního předmětu je hlavně podmíněno spektrálním faktorem odrazu nebo prostupu sledovaného předmětu. Nicméně na vnímání barvy má vliv i samotný zrak, jak z hlediska odlišné citlivosti k individuálním barvám, tak i z hlediska přizpůsobení zraku podle převažujícího druhu osvětlení zorného pole. Účinek spektrálního složení světla zdrojů na vnímání barvy osvětlených předmětů je typický pro podání barev. K číselnému odhadu jakosti podání barev se používá index podání barev. Sděluje míru shody vnímání barvy předmětů osvětlených určitým zdrojem. Metoda hodnocení se zakládá na číselném posudku rozdílu vnímání barvy zvoleného souboru osmi až čtrnácti barevných vzorků [8].

Světelný tok, který je vyzařován světelným zdrojem, musí mít objektivní zabarvení. Měřítkem je index podání barev R_a . Jeho rozsah je 100 až 0. Index podání barev nula vykazují světelné zdroje vyzařující všechny světelný tok na jedné vlnové délce. Zde nelze barvy rozeznat, protože je spektrum neobsahuje. Index podání barev 100 ukazuje světelné zdroje s věrohodným zabarvením [57].

4.2 Měření rozložení jasu

Při měření jasu jasoměr pomocí optiky měří střední hodnotu měřené plochy. Záleží na jeho vzdálenosti od měřeného povrchu. Měřenou plochou musí být pouze povrch [8].

Měření je důležité hlavně pro zachování zrakové pohody v prostorech, kde trávíme čas nebo kde provozujeme nějakou aktivitu. Základním místem pro měření je pracovní plocha a jeho nejbližší okolí. Také stropy, podlahy a stěny mohou odrážet světlo. Osvětlení je velmi dynamické a může docházet ke značným změnám v krátkých časových momentech. Lidské oko je na toto osvětlení zvyklé. Zadává se zimní obloha, která je pravidelně zatažená. Díky tomu nezáleží při měření na světových stranách, jelikož sluneční záření je rovnoměrně rozptýleno [39].

Rozložení jasu, jeho rovnoměrnost, je spojená s celkovým prostředím a osobním zážitkem z daného prostoru. Pravidelné rozložení jasu vznikající při rozptýlení osvětlení, tvoří klidnou atmosféru, kdežto osvětlení s ostrými jasovými přechody vzniklé při scénickém osvětlení ji tvoří dramatickou [8].

4.2.1 Měření jasu temné oblohy

Měření se provádí na klimatologické stanici Bílý kříž automatizovaným skymeterem SQM-LU nebo ručním SQM-L. Obloha mívá hodnoty jasu v rozmezí 21,2 – 21,3 MSA. MSA je jednotka, která znamená magnitudu na čtvereční úhlovou vteřinu. Udává plošný jas oblohy. Čím je hodnota vyšší, tím je nebe tmavší [55].

Odpovídající hodnoty na odlišných místech s odlišnými jasy noční oblohy jsou uvedeny v tabulce č. 1. Byly naměřeny ručním skymeterem. Obloha se může hodnotit i prostřednictvím devítistupňové Bortleho stupnice. Mívá stupeň čtyři, za dobrých podmínek tři [55].

Tabulka č. 1: Hodnoty jasu noční oblohy (MSA) na různých lokalitách [55]

Hodnota/MSA	Lokalita nebo úkaz
< 17,5	Velkoměsto
18	Město
19	Okraje města
19,8	Viditelná Mléčná dráha
21	Viditelné zvířetníkové světlo
21,5 – 22,0	Přírodní oblohy

Ve všech měřených oblastech Beskydské oblasti tmavé oblohy hodnoty převyšují 21 MSA. Tím je Mléčná dráha na obloze dobře viditelná a lze pozorovat i zvířetníkové světlo [55].

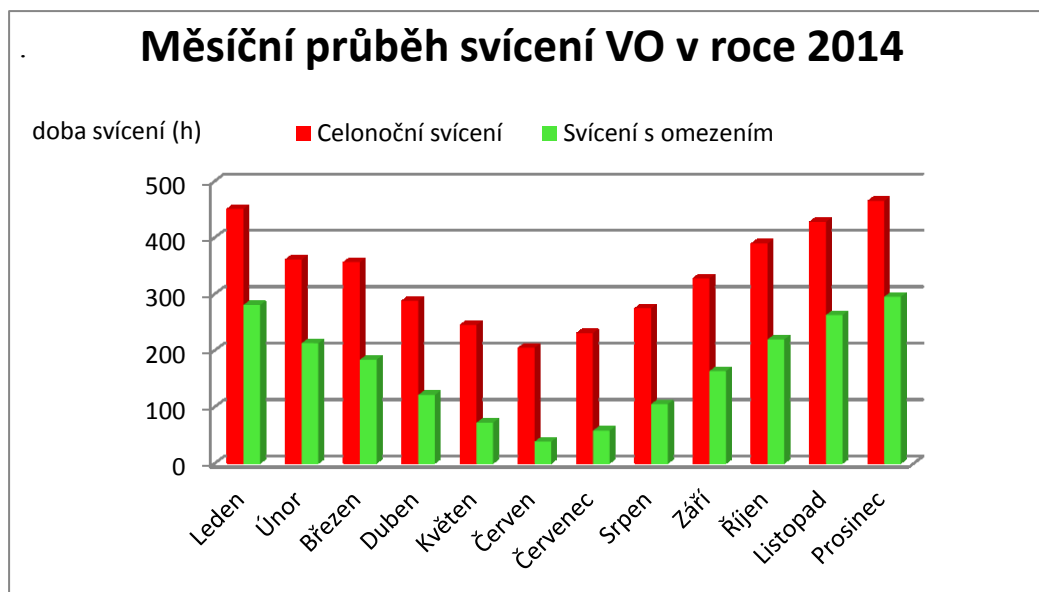
4.3 Příklady osvětlovacích soustav ve F-M

Každé sepnutí a vypnutí VO se zaznamenává na dispečinku VO, kde je nepřetržitá služba (24 hod.), která to vše sleduje. Tabulka č. 2 zobrazuje délku svítivosti jednoho náhodně vybraného světelného místa, které obsahuje dva světelné zdroje. Jeden zdroj svítí celou noc a druhý se v době od 22.30 hod. do 04.00 hod. vypíná – omezuje. Za rok 2014 byla nejmenší svítivost zaznamenaná v červnu [autor, 2015].

Tabulka č. 2: Měsíční průběh svícení VO za rok 2014 [autor, 2015]

Měsíc	Celonoční svícení (hodin)	Svícení s omezením (hodin)
Leden	451,41	281,01
Únor	361,31	213,38
Březen	357,07	184,23
Duben	288,50	121,54
Květen	245,51	72,45
Červen	205,56	39,05
Červenec	231,18	58,32
Srpen	275,41	105,52
Září	328,35	164,01
Říjen	390,13	220,13
Listopad	428,25	263,25
Prosinec	465,55	295,52
Celkem	4 031,03	2 020,51

Hodnoty z tabulky č. 2 jsou zobrazeny v grafu č. 1 uvedeném na následující straně [autor, 2015].



Graf č. 1: Měsíční průběh svícení VO za rok 2014 v hodinách [autor, 2015]

VO ve F-M má celkem 8 005 kusů svítidel. Tabulka č. 3 obsahuje deset nejčastějších, které se zde používají [autor, 2015].

Tabulka č. 3: Svítidla používaná ve F-M [autor, 2015]

Název svítidla	Počet (ks)	Příkon (W)	typ
Modus LW 2 x 36	1 127	78	parkové
Lunoide 70/50	873	83	silniční
M2A-S 150	860	170	silniční
Lunoide 100/70	699	120	silniční
Elgopark 2 x 36	483	78	parkové
Lunoide 150/100	482	170	silniční
M2A-S1 00	454	120	silniční
Bergers 2 x 36	397	83	parkové
M2A-S 70	229	83	silniční
EP 50 RAL	187	60	parkové

4.3.1 Cyklistická stezka

Největším problémem VO je osvětlení cyklostezky (obrázek č. 32), která se nachází v bezprostřední blízkosti řeky Ostravice. Je osazena svítidly ve tvaru koule, která nevhodně směřují světlo [autor, 2015].



Obrázek č. 32: Alej kulatých svítidel u řeky Ostravice [autor, 2015]

V současné době je situace řešena použitím dvou zdrojů ve svítidle, z nichž jeden se od 22.30 hod. do 04.00 hod. vypíná. Je nutno přehodnotit vhodnost typů svítidel a navrhnout typ příznivější k životnímu prostředí [autor, 2015].

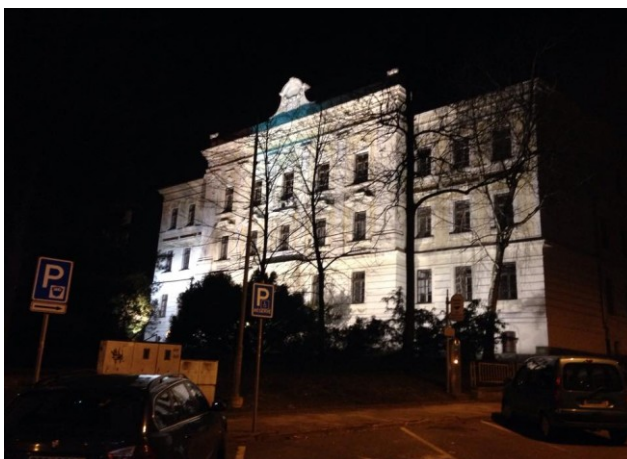


Obrázek č. 33: Osvětlení cyklistické stezky [Kondziolka, 2007]

Svítidla ve tvaru koule se nacházejí na obou březích řeky Ostravice (obrázek č. 33). Na jedné straně je cyklistická stezka a na druhé je obchodní centrum „FRÝDA“. Do budoucna se plánuje výměna těchto svítidel za nová. Na některých místech ve městě se na svítidla typu koule nasadila speciální stínidla – clonící klobouky, které brání úniku světla do horního poloprostoru [autor, 2015].

4.3.2 Architekturní osvětlení

Toto osvětlení je působivou součástí večerního obrazu města. Osvětlením dominantních objektů města (obrázek č. 34) umožníme, aby plnily svou urbanistickou polohovou funkci i po západu slunce. Má rovněž funkci bezpečnostní (proti vniknutí, vandalismu) [53].



Obrázek č. 34: ZUŠ na ul. Hlavní třída [autor, 2015]

Ve večerních a nočních hodinách zdůrazňuje architektonické působení a historický výraz stavby (obrázek č. 35). Spíná se buď denně v omezeném časovém limitu, nebo pouze při slavnostních příležitostech. Musí fungovat ve vlastním režimu, přizpůsobeném významu a zejména lokalitě umístění osvětlované památky. Osvětlené významné architekturní objekty ve městě jsou uvedeny v příloze č. 7 [53].



Obrázek č. 35: Kostel svatého Jana a Pavla na ul. Janáčkova [autor, 2015]

4.3.3 Osvětlení parků

Umělým osvětlením lze značně ovlivnit vzhled sadů, parků, zahrad a krajiny (obrázek č. 36). Stromy jsou různé, liší se tvarem, rozměrem, charakterem koruny, barvou listoví, ale i svým umístěním a uplatněním v celkové architektonické skladbě parku. Výsledný účinek osvětlení závisí na spektrálním složení světla. Ve světle žárovek působí zeleň stromů méně svěže. Více svěže vynikne ve světle rtuťových a halogenidových výbojek. Vysokotlaké sodíkové výbojky jsou vhodné pro okrové barvy podzimu, červené barvy javorů, žloutnoucí listy, zlatožluté plody a pro zdůraznění dřevěných struktur [53].



Obrázek č. 36: Osvětlení stromů v parku [fotoarchiv TS a.s., 2008]

Při návrhu osvětlení parku nutno zmapovat druh porostu, určit dominanty a převažující směr pohledu. Je nezbytná spolupráce světelného technika se zahradním architektem. Světlomety je vhodné ukrýt a zakomponovat do přírody tak, aby nepoškozovaly stromy a nevyzařovaly do nežádoucích prostorů [53].

Osvětlení parků je třeba v době poklesu až ustání pohybu chodců vypínat (doporučení v době od 23.00 hod. do 04.30 hod.). Osvětlení komunikací v parcích a sadech musí vyhovět požadavkům ČSN EN 13201-1, ČSN EN 13201-2, ČSN EN 13201-3 [53].

4.3.4 Slavnostní vánoční osvětlení

Je příležitostnou součástí soustavy VO a významně přispívá k vánoční atmosféře města. Vlastník v součinnosti s provozovatelem VO zajistil vypracování základního projektu vánočního osvětlení města F-M. Schválený návrh je každoročně aktualizován a po dohodě rozšiřován [53].

Obrázek č. 37 zobrazuje vánoční osvětlení v okolí zámku Frýdek a obrázek č. 38 zářící lucernu s vánoční ozdobou [autor, 2015].



Obrázek č. 37: Zámek Frýdek [autor, 2015]

Obrázek č. 38: Zámecké náměstí [autor, 2015]

Doba maximálního provozu je stanovena takto:

- zapnutí: čtvrtek před první adventní nedělí,
- vypnutí: 7. 1. (nového roku) [53].

4.4 Společnost TS a.s.

Společnost TS a.s. vypracovala pro Statutární město F-M Generel VO města F-M pro období od roku 2008 do roku 2015. Je závazným podkladem pro provozování, rekonstrukce i budování nových soustav VO a nastavuje pravidla ve vztahu správce VO a investora, projektanta a zhotovitele stavby VO. Jeho hlavní částí je světelně technická část. Zatřídil stávající i nově plánované komunikace do příslušného stupně osvětlení, a tím určuje požadavky na osvětlení konkrétní komunikace dle doporučených nebo předepsaných hodnot norem a metodických pokynů [53].

Město spoří pomocí účinné regulace napětí ve svítidlech VO, které hlavně v nočních hodinách svítí méně intenzivně. Ušetří až 50 % energie [29].

„V současné době sledujeme trendy ve vývoji LED diodové technologie a ve zkušebních provozech testujeme několik typů LED diodových svítidel. Ty nejlepší z nich postupně nahradí svítidla s prošlou životností,“ pro Zpravodaj F-M to řekl předseda představenstva společnosti TS a.s. Ing. Jaromír Kohut [29].

Společnost TS a.s. svým dlouhodobým a zodpovědným postojem k systému VO vybudovala ve městě jednu z nejúspěšnějších soustav v celé ČR. V roce 1981 byl průměrný příkon na jeden světelný bod 185 W, v současné době je to jenom 106 W [29].

VO je nezbytný prostředek pro zabezpečení ochrany zdraví a veřejného pořádku, proto je nutno se o něj starat, řádně a hospodárně provozovat, udržovat v dobrém technickém stavu a s ohledem na dobu pořízení v potřebném rozsahu obnovovat [53].

4.4.1 Středisko údržby VO

Pracovníci střediska mají dlouholetou praxi na zařízeních VO, SSZ a městského rozhlasu (MR) ve F-M. Tím je dána výborná znalost zařízení, napájecích kabelů, impulsních propojení a znalost možností havarijních propojení veškerého zařízení. Středisko má třicet pracovníků, kteří jsou rozděleni do čtyř skupin. Ty spolu úzce spolupracují. Práce jsou prováděny dle Řádu preventivní údržby ČSN 331500 [53].

1) skupina: provádí odstraňování poruch, výměnu zdrojů, preventivní údržbu, střední opravy na VO a práce se zvedacím zařízením na objednávku od cizích organizací nebo občanů. Systematickou pozornost věnuje preventivní údržbě a revizím. Základem systému údržby je rozdělení města do čtyř částí: F1, F2, M3 a M4. Každým rokem je provedena střední oprava celé jedné části – od očištění plexiskel, nátěrů stožárů, výměny vadných součástí a kabelů, až po provedení pravidelné revize s odstraněním závad [53].

2) skupina: provádí údržbu, výstavbu a rekonstrukce VO, SSZ, MR, PA, radiomodemů (RM). Společnost TS a.s. provádí stavby na klíč, od vypracování projektové dokumentace až po předání, s výchozí revizní zprávou a připojením na rozvodnou síť ČEZ [53].

3) skupina: zajišťuje výstavbu a údržbu optické sítě a MKS. Rovněž provádí veškerou revizní činnost na všech zařízeních ve správě provozu [53].

4) skupina: zajišťuje nepřetržitý provoz dispečinku, pasportizaci jednotlivých zařízení a vyjádření k podzemním sítím ve správě společnosti TS a.s. Na dispečinku je možno v průběhu celého dne hlásit veškeré nedostatky, poruchy či havárie VO. Úkolem služby je zajistit elektrická zařízení, která byla poškozena. Musí být zajištěna bezpečnost občanů proti úrazu elektrickým proudem a bezpečnost silničního i pěšího provozu. Provoz VO je trvale kontrolován a vyhodnocován radiovou datovou sítí a stanicemi GSM [53].

Údržba a výstavba zařízení se řídí předpisy, které jsou nedílnou součástí Generelu VO. Termíny odstraňování závad na zařízeních VO je u nesvítících zdrojů do 04.00 hod. od nahlášení. Povolený počet nesvítících zdrojů je max. do 0,5 %. Provizorní opravy poruch, škody způsobené cizím zaviněním, závady ohrožující bezpečnost a zdraví občanů se zahajují neprodleně. Tam, kde již dále nelze snižovat příkon stávajících světelných zdrojů, se instalují regulátory. Jsou v provozu od 22:30 hod. do 04:00 hod., tedy v době kdy je provoz na komunikacích nižší [53].

Údržba VO ve F-M je zabezpečována ke spokojenosti města i občanů. To, že stav zařízení VO na území města je velmi dobrý, vyplývá nejen z hodnocení revizních techniků provádějících pravidelné revize, ale rovněž ze zápisů o provedených prověrkách zařízení IBP Ostrava a z hodnocení firem zabývajících se stejnou problematikou [53].

4.4.2 Dispečink VO

Dispečink s centrálním ovládáním VO a se stálou službou k zajištění bezpečného provozu elektrického zařízení, k operativnímu odstranění poruch a havárií zajišťuje bezpečný pěší a silniční provoz. Jeho předností je mimo jiné zajištění vysoké operativnosti při řešení situací vzniklých při běžném provozu na zařízeních VO (příloha č. 3 a č. 4), SSZ, MR, PA, MKS, RM a regulátorů napětí. Má přehled o okamžitém stavu komunikací, o provozu VO a o pozici jednotlivých pracovních skupin prostřednictvím kamer [53].

Pomocí centrály MCC 256 a kamer se sledují průjezdy zásahových vozidel HZS a ZZS na SSZ, kterým lze nastavit volný průjezd městem F-M. Zajišťuje nepřerušovaný provoz při výpadku napájení dispečinku automatickým přepnutím napájecí trafostanice na druhou trafostanici. Přijímá a vede evidenci hlášení napadení a poruchových stavů u všech stanic vybavených RM. Pomocí čidel infra PIR řídí křižovatky se světelnou signalizací. Centrála MCC 256 monitoruje stav a funkčnost světelné silniční signalizace v tabulkovém i grafickém provedení (příloha č. 4) [53].

Umožňuje spínání celého systému z jednoho místa třemi způsoby:

- 1) kaskádou – propojení všech rozvaděčů dvěma vodiči pomocí fotorelé,
- 2) rádiovou sítí,
- 3) kombinací [53].

Na obrázku č. 39 je zobrazen přehled radiomodemových stanic. Celkem jich je 75 (48 stanic VO, zbývající jsou SSZ a PA) [autor, 2015].

Info	Vrstva	Adresa	Pod	Kvalita	Modul	Čas spojení	Název	Identita
	1	305		100 %		20:43:25	33 M.U.K.	081222
	1	308		100 %		20:42:27	40 Náměstí Svobody	3F1222
	1	321		100 %		20:44:10	42 Anenská	281222
	2	328		100 %		20:44:08	43 Střelná u Jiráskové	331222
	1	339		100 %		20:42:20	44 Estakáda	461222
	1	322		100 %		20:43:37	45 Pod estakádou	291222
	1	327		100 %		20:42:21	48 Jiráskova 2	321222
	1	333		100 %		20:42:07	49 Energoškola	3A1222
	1	346		100 %		20:42:35	50 Nádraží	4E1222
	1	345		100 %		20:44:11	52 Lipová	4D1222
	1	309		100 %		20:42:37	53 Slezská Hučka	1B1222
	2	324		100 %		20:41:42	54 Hřbitov Slezská	2E1222
	2	336		100 %		20:42:50	57 Střelná u Štíhla	421222
	1	316		100 %		20:42:52	58 P.N.D. U Kříže	221222
	2	323		100 %		20:43:21	59 Vršavec	2D1222
	2	337		100 %		20:43:05	65 ul. Míru	431222
	1	350		100 %		20:43:10	69 Nová Osada	521222
	1	326		100 %		20:42:08	70 Lískovec U Hájků	311222
	1	307		100 %		20:42:51	73 Lískovec k Řepišťům	0A1222
	1	325		100 %		20:43:53	74 Křížkova	2F1222
	1	302		100 %		20:42:04	75 Hájek 5.ZŠ	051222
	1	348		100 %		20:44:11	79 Revoluční	501222
	1	319	1	100 %		20:39:03	91 Dům peněžnictví	261222
	1	301		100 %		20:41:48	92 Koloredovský most	041222
	2	320		100 %		20:43:52	96 Čapková	271222
	1	304		100 %		20:42:21	101 Národních mučedníků	071222
	2	349		100 %		20:44:00	102 Obchvat	511222
	1	306		100 %		20:42:35	105 Baranovice	091222
	2	311		100 %		20:41:02	107 Skalice kulturní dům	1D1222
	1	315		100 %		20:44:10	118 Bahno Hlirny	211222
	1	313		100 %		20:44:09	119 Zelinkovice trafostanice	1F1222
	1	312		100 %		20:43:23	120 Chlebovice 1	1E1222
	2	334		100 %		20:43:36	121 Chlebovice 2	3B1222
	2	331		100 %		20:41:54	123 Školská	3B1222
	1	332		100 %		20:41:17	126 Hájkova	391222
	2	335		100 %		20:44:14	127 Farší kostel	3D1222
	1	343		100 %		20:41:17	129 Park pod zámkem	4B1222
	1	347		100 %		20:43:10	130 Lískovecká	4F1222

Obrázek č. 39: Přehled radiomodemových stanic [autor, 2015]

U rozvaděčů VO s RM stanicí může dálkově spínat a vypínat stykače, sledovat napadení, monitorovat servisní zásahy obsluhy, kontrolovat průběh regulace napětí, provádět odečty okamžitých stavů příkonu, napětí a proudu. Uchovávají se záznamy a grafy o spínání a vypínání VO, o průběhu teplot a o signálních plánech světelných signalizačních zařízení [53].

4.4.3 Pasport veřejného osvětlení

Pasport je veden v počítači jako geografický informační systém na bázi programu MicroStation. Je rovněž nezbytným předpokladem kvalitní údržby a neustálé ekonomické modernizace osvětlovacích soustav. Celá síť VO je rozdělena do několika vrstev. Díky tomu lze při tiskovém výstupu získat odděleně určité prvky, např. schéma impulsu, pouze vodiče, světelná místa nebo celou síť [53].

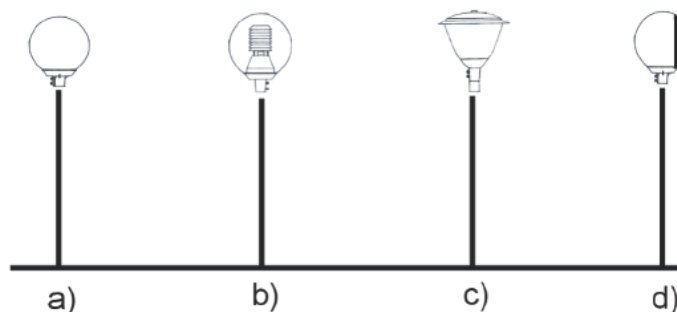
5. NÁVRH OPATŘENÍ PRO SNÍŽENÍ RUŠIVÉHO SVĚTLA

Problémy s rušivým světlem se dají řešit. Výsledek nemusí být složitý a nákladný. Logickým řešením je, že u nových instalací, zvolíme takový typ svítidla, který současným požadavkům vyhovuje. U starších zařízení by mělo být provedeno vyhodnocení stavu a měření při pravidelné revizi a na základě výsledku přijmout opatření ke zlepšení [23].

Nemá se svítit:

- na ostatní pozemky, místa či plochy (na přilehlý dvůr, sad, do oken domů), ale pouze na chodník, vozovku či jinou plochu,
- do očí chodcům a řidičům,
- zbytečně silně, nad obzor či do vzduchu [23].

Obrázek č. 40 ukazuje různá parková svítidla. Příklad a) vyzařuje přímo do horního poloprostoru 60 % světelného toku, způsobuje oslnění. Proti oslnění je svítidlo v případě b) vybaveno prstencovou clonou, vyrobenou z čistého leštěného hliníku. Pro omezení distribuce světelného toku do horního poloprostoru slouží vrchlík svítidla v případě c). Pro omezení světelného přesahu je možné svítidlo vybavit clonou, která zamezí v šíření světla v nežádoucím směru v případě d) [39].



Obrázek č. 40: Omezení distribuce světelného toku do horního poloprostoru [39]

Pro omezení rušivého světla se doporučuje používat k osvětlování svislých a vodorovných ploch svítidla, která jsou nasměrována přímo dolů nebo směřována přímo na osvětlovaný objekt. Pokud to není technicky možné a použijí se svítidla nasměrovaná vzhůru, pak se užijí clony, které omezují neefektivně distribuovanou složku světla. Doporučuje se používat technická zařízení, která eliminují složky světelného toku šířenou do horního poloprostoru [39, 47].

Používáme přednostně světlomety s asymetrickou distribucí světelného toku, u kterých je možno udržet polohu krycího čelního skla rovnoběžnou s osvětlovanou plochou. Distribuci světelného toku do míst přesahujících za hranice osvětlované oblasti můžeme omezit použitím fyzických zábran. Bariéry mohou být přírodní (křoví, stromy) nebo umělé (ploty, zemní násypy apod.). V bytech lze instalovat doplňkové opatření (rolety, žaluzie) [39].

Předcházet problémům lze nejlépe prevencí. Každá konkrétní světelná situace vyžaduje náležité prozkoumání. Je třeba zvážit umístění osvětlených reklamních poutačů v těsné blízkosti obytné zástavby, a zda by vzhledem k jasovým kontrastům v daném prostředí nevystačila ke splnění účelu nižší hladina osvětlenosti, např. zajistit regulaci osvětlení pro noční období nebo v nočním období nesvítit vůbec [47].

Odstraněním oslnění se zvětší bezpečnost na silnicích i na chodnících. Lidé v noci zpravidla spí, ale spousta živočichů je činných. Nesprávné noční osvětlování poškozuje vodní ekosystémy a mate tažné ptáky. Svítidla jsou zpravidla mnohonásobně jasnější než osvětlovaný terén a účinkují velmi rušivě. Smrtícími pastmi pro hmyz jsou z daleka výrazná svítidla se rtuťovými výbojkami a netěsnými kryty svítidel [23].

Snižováním rušivého světla se šetří ŽP. Lidé budou mít klidnější spánek, noční živočichové méně rušený život, ušetří se i mnoho druhů hmyzu a nad našimi hlavami by mohla být opět temnější obloha plná hvězd. Světlo by nemělo obtěžovat a omezovat, ale lidem sloužit. Okouzlující přírodní obloha není prakticky dosažitelná. Je složkou našeho přírodního bohatství [23].

Měla by se používat svítidla určená přímo pro daný účel. Při výběru osvětlení je důležité všimnout si toho, jak vypadají, ale i jak a kam svítí. Svítidla s rovným spodním krytem se musí namontovat přesně, aby krycí sklo bylo ve vodorovné rovině či podél terénu. Při výměně starých svítidel za nové se musí trvat na použití takových, které nesvítí do horního poloprostoru, ale pouze směrem dolů. Pokud mají provozní nedostatky, měly by se okamžitě vyměnit nebo upravit, aby nesvítily tam, kam nemají. Je třeba zabránit používání pevných a pohyblivých světelných kuželů směřujících na oblohu pouze pro reklamní účely [23, 46].

Stavby i jiné objekty a reklamní plochy by měly být osvětlovány pokaždé směrem shora dolů. Osvětlování zdola by mělo být používáno jen tehdy, pokud není jiný způsob nebo je technicky neuskutečnitelný či příliš komplikovaný (osvětlení vysoké věže kostela). Světelný přesah mimo konturu by měl být co nejmenší. K tomuto záměru je přiměřené používat směrové světlomety, clony a stínítka. Dekorativní a architektonická osvětlení by se měla v pozdních nočních hodinách vypínat [1].

Pokud není osvětlení zapotřebí a pokud to situace a normy umožňují, tak ho v noci vypnout. V té době většina lidí je doma a spí, není zapotřebí svítit stejně jako ve večerní špičce. VO lze regulovat podle hustoty dopravy a tím se významně i ušetří. Světelné reklamy a osvětlení parkovišť před obchodními centry by měla být po zavírací době vypnuta. U domovního osvětlení se mohou ke spínání využít pohybová čidla. I barva světla je velmi důležitá. Studené odstíny bílé narušují více přírodní rovnováhu a náš biologický rytmus než teplé. Takové světlo se i více rozptyluje v ovzduší. Je nutno dávat přednost teplým odstínům. Jsou příjemnější a šetrnější k noční přírodě [46].

Noční osvětlení patří k dnešku stejně jako mobily, počítače nebo internet. Je ale třeba svítit efektivněji. Neoslňovat se ostrým světlem silných halogenů, raději je sklopit tak, aby svítily dolů pod sebe. Pokud se bude svítit s rozumem, pozná to nejen noční příroda, ale i lidé. Opět se bude lépe usínat. Při výběru vhodných svítidel je třeba si vzpomenout na staré přísloví – člověk není tak bohatý, aby mohl kupovat levná svítidla [44].

6. DISKUZE

V bakalářské práci je hodnoceno rušivé světlo ve městě F-M. Zaměřuje se zde na problémy, které vytváří. Veškeré umělé osvětlení, které přináší negativní jevy, je pro určité lidi světelným znečištěním. Ve světelné technice se používá označení rušivé světlo. Je to nadměrné a nepotřebné světlo, které tvoří umělé světelné zdroje. Jeho zásadním projevem bývá oslnění. Může vznikat i závojový jas, což je světlo odrážené od různých povrchů. Velmi nepříjemným se stává při dešti [10, 39].

Rušivé světlo vzniká především ze špatného nasvícení obchodních center a budov, ze světelných reklam, z přílišného osvětlování sportovních areálů, parkovišť a z VO. Nákupní centra svítí naplno i pozdě v noci, kdy na ulicích nikdo není. Například reklamní LED panely umístěné v blízkosti komunikací jsou nebezpečné pro řidiče kvůli oslnění, ale navíc svým blikáním jsou velmi nepříjemné a rušivé pro všechny organismy v okolí. Nejhorší bývají nasvětlené průmyslové stavby, které září do velikých dálek. Do horního poloprostoru by mělo světlo vyzařovat co nejméně. Nepříjemné světlo nám vniká do oken domů, oslňuje nás a omezuje vnímání hvězd. Nejde o to světla vypnout, ale mělo by se svítit pouze tam, kde je to potřebné a nutné. Rušivému světlu v dnešní době nejde úplně zabránit, ale přijatelným osvětlováním lze jeho důsledky zmírnit [32, 35, 39, 46].

Rušivé světlo působí nepříznivě na člověka, na jeho spánek. Záleží také na barvě světla. Čím má barva studenější odstín, tím více narušuje přirozené biorytmy člověka. V noci studeně bílá mate lidský organismus tím, že navozuje zdánlivé denní světlo. Pak dochází k ovlivňování průběhu a délky spánku. Pro zdravý spánek je potřebné ticho a tma. Při nedokonalém spánku dochází k vyčerpanosti [7, 47].

Příliš intenzivní noční osvětlení ovlivňuje přírodní ekosystémy, zvířata a rostliny. Mnoho živočichů se přizpůsobilo na život ve tmě, kde loví, migruje a rozmnožuje se. Rušivé světlo zhoršuje orientaci některých živočichů. U rostlin dochází k opoždění doby kvetení, opadávání listů a vyklíčení semen. Stromy mívají deformované koruny a v zimě ještě zelené listy, tím mohou umrznout. Hmyz se stává lehce kořistí nočních ptáků, netopýrů a pavouků. Dochází ke zmenšování populací, kdy nejdříve mizí citlivé druhy. Ptáci při nočních tazích jsou dezorientovaní a narážejí do osvětlených výškových budov nebo zmateně krouží kolem billboardů [13, 19, 20, 33, 44].

Někteří astronomové a ochránci přírody chrání oblasti tmavé oblohy. Nejbližší takovou oblastí je Beskydská oblast. Nachází se v Beskydech na česko-slovenské hranici. Úmyslem zakladatelů je ochraňovat jejich krajinu před světelnou září větších měst [55].

Veřejné osvětlení, jak už je zde uvedeno, může být rušivým světlem, ale je pro lidi důležité. Ve společnosti TS a.s. se snaží dodržovat určité zásady nutné při osvětlování komunikací, budov a jiných, pod ni spadajících objektů. Technici při plánování nové výstavby nebo rekonstrukce VO vybírají svítidla tak, aby nedocházelo ke zbytečnému osvětlování okolní krajiny nebo jen s minimálním světelným přesahem. Samozřejmě i ve městě F-M se nacházejí nevyhovující svítidla, ale postupně se nahrazují novými a lepšími. Nelze je vyměnit najednou, to je ekonomicky nemožné [autor, 2015].

Největším problémem je cyklostezka, která vede kolem řeky Ostravice. Na obou březích jsou umístěna svítidla ve tvaru koule, která nevhodně směřují světlo. Našlo se dočasné řešení. Svítidla mají dva zdroje, z nichž jeden se od 22.30 hod. do 04.00 hod. vypíná. Do budoucna se plánuje jejich výměna. Na jedné straně řeky Ostravice se ještě nachází obchodní centrum „FRÝDA“. Je nejvíce zářícím objektem města F-M, tím i největším zdrojem rušivého světla [autor, 2015].

Společnost TS a.s., provoz VO, provádí pravidelnou kontrolu a údržbu VO, aby se zjistily jeho závady a nedokonalosti. Jedenkrát za čtyři roky se dělají i pravidelné revize. Město má celkem přes osm tisíc svítidel (světelných bodů). Svým dlouholetým a zodpovědným postojem k systému VO se vybudovala ve městě F-M jedna z nejúspěšnějších soustav v celé ČR [53].

Velmi významné je zřízení dispečinku s centrálním ovládáním VO a se stálou službou, která zajišťuje bezpečný provoz elektrického zařízení, operativně odstraňuje poruchy a havárie. Služba na dispečinku má přehled o okamžitém stavu komunikací, o provozu VO a o pozici jednotlivých pracovních skupin. Pomocí centrály MCC 256 a kamer se mohou sledovat průjezdy zásahových vozidel HZS a ZZS na SSZ. Lze jim nastavit volný průjezd městem F-M. U rozvaděčů VO s RM stanicí služba může dálkově spínat a vypínat stykače a sledovat napájení [53].

7. ZÁVĚR

Město F-M je průmyslovou aglomerací a tím i zdrojem rušivého světla. Patří sem například reklamní osvětlení, které je umístěné na budově Krevního centra na ul. T. G. Masaryka, osvětlení čerpacích stanic OMV na ul. Beskydská, Shell na ul. Hlavní třída, osvětlení obchodních center FRÝDA a PARÁDA SHOPPING. Některá obsahují bílá světla se studeným odstínem, která narušují přírodní rovnováhu a náš biologický rytmus. Tato místa by se měla alespoň v nočních hodinách omezovat, případně vypínat, ale ne všude se to dělá. Ne všechny objekty jsou osvětleny směrem shora dolů.

Některá dekorativní a architektonická osvětlení se aspoň v nočních hodinách vypínají. VO patří taky mezi větší zdroj rušivého světla, nicméně je pro nás potřebné a navíc se v nočních hodinách omezuje. Nákupní centra svítí naplno i pozdě v noci, kdy na ulicích nikdo není. Pak dochází k oslnění a to narušuje prostorovou orientaci zvířat. Hmyz je světlem přitahován z větší vzdálenosti. Někdo si řekne, hmyz, no a co, vždyť je to havěť. Jenže si málokdo uvědomí, že je významný pro rostliny, pro ovocné stromy a jako potrava pro ptáky, netopýry a jiné živočichy. Kvůli světelným reklamám hynou ptáci. Mnoho živočichů na tmě závisí (obživa, rozmnožování, migrace).

Hodně svítidel typu koule se nachází v okolí řeky Ostravice, což je větším problémem. Tato svítidla se od 22.30 hod. až do 04.00 hod. regulují, vypíná se jeden ze dvou zdrojů. Je to přijatelné východisko v momentální situaci. Do budoucna se plánuje jejich výměna. Výborně cloněná výbojka přivábí mnohem méně hmyzu. Nepostřehnou ji ani ptáci a nebude svítit na vodní plochy. Negativní vlivy osvětlení společnost TS a.s. snižuje tím, že na svítilny VO nechá nainstalovat tmavé zabarvené kryty, které změní místo osvětlení. Někde se zmenší i příkon nebo se vymění žárovky s vyšším výkonem za nižší. Je opravdu nutné, aby se svítilo pouze tam, kde je to skutečně potřebné. Pomůže se tak přírodě, rostlinám, živočichům a i lidem.

Dnes je nutné tmu hledat. Nemělo by se zapomínat, že příroda, rostliny, živočichové a i lidé ji potřebují. Ve volné přírodě lze na noční obloze pozorovat tisíce hvězd a úchvatný pás Mléčné dráhy. V současné době je situace jiná a neustále se zhoršuje. Společnost TS a.s. se snaží v rámci možnosti přizpůsobovat VO podmínkám vhodné pro ŽP. Hlavně by se měly omezovat reklamní LED panely a osvětlení průmyslových a obchodních center, které pod tuto společnost nespádají. Česká legislativa v dnešní době rušivé světlo neřeší.

ZDROJE

- [1] Architektonické osvětlení. *Světelné znečištění* [online]. 2014 [cit. 2014-09-12]. Dostupné z: <http://svetelneznecisteni.cz/svitme-spravne/architektonicke-osvetleni/>
- [2] BAREŠ, Michal. Světelné znečištění. *SZČ CEV Dřípatka* [online]. 2010 [cit. 2015-02-19]. Dostupné z: <http://www.dripatka.cz/files/svetel%20znecisteni.pdf>
- [3] BÍNA, Pavel. Vliv clonění světelného zdroje na hmyz s noční letovou aktivitou. *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky: Závěrečná zpráva* [online]. Brno, 2004 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/old/zprava_noc.pdf
- [4] BOLDOGH, Sándor, Dénes DOBROSI a Péter SAMU. *The effects of the illumination of buildings on house-dwelling bats and its conservation consequences*. ISBN 10.3161/1733-5329(2007)9[527:teotio]2.0.co;2.
- [5] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *Ministerstvo pro místní rozvoj ČR* [online]. 2006 [cit. 2015-01-06]. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/files/normalizace/ČSN%2073%206110/74506.pdf>
- [6] DAMOHORSKÝ, Milan. *Právo životního prostředí*. 3. vyd. Praha: C. H. Beck, 2010, xlvii, 629 s. Právníké učebnice (C. H. Beck). ISBN 978-807-4003-387.
- [7] DRAHOŇOVSKÁ, Hana. Vliv světelného znečištění na veřejné zdraví. *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky: Závěrečná zpráva* [online]. Brno, 2004 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/old/zprava_noc.pdf
- [8] HABEL, Jiří. *Světlo a osvětlování*. Praha: FCC Public, 2013, 622 s. ISBN 978-80-86534-21-3
- [9] HASON, Zdeněk. Veřejné osvětlení - modernizace jako cesta k úsporám nákladů. *VO REVITAL* [online]. 2005 [cit. 2015-02-09]. Dostupné z: <http://www.vo-revital.cz/docs/kniha-2-vydani-2005-pro-web.pdf>

- [10] HLADKÝ, Luděk. Hodnocení rušivého světla. *FCC PUBLIC* [online]. 2007 [cit. 2015-01-04]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/download/svetlo/2007/sv020758.pdf>
- [11] HOLAN, Jan. Astronomická měření jasu oblohy. *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky: Závěrečná zpráva* [online]. Brno, 2004 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/old/zprava_noc.pdf
- [12] HRAŠKA, Jozef, Marie JUKLOVÁ, Peter RYBÁR, František ŠESTÁK a Jiří VEVERKA. *Denní osvětlení a oslunění budov*. 1. vyd. Brno: ERA, 2002, vi, 271 s. ISBN 80-865-1733-0.
- [13] HUDEC, Karel. Ptáci a světelné znečištění. *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky: Závěrečná zpráva* [online]. Brno, 2004 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/old/zprava_noc.pdf
- [14] CHOMOUCKÁ, Jana. Rozptyl. *Fakulta chemická VUT v Brně* [online]. 2004 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: www.fch.vutbr.cz/~zmeskal/obring/presentace_2004/04_rozptyl.pdf
- [15] Když světlo škodí... *FiftyFifty.cz* [online]. 2011 [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://www.fiftyfifty.cz/kdyz-svetlo-skodi-9935998.php>
- [16] KOCIFAJ, M. *Numerické modelovanie rušivého svetla v prímestských a mimomestských oblastiach*. Světlo 2007, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007, s. 116-120, ISBN 978-80-248-1579-4.
- [17] KOLEKTIV, Karel Sokanský a. *Snížování energetické náročnosti venkovních osvětlovacích soustav*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2010. ISBN 978-802-4824-819
- [18] KONDZIOLKA, Jan. Světelné znečištění - co na to zákon?. *Česká astronomická společnost* [online]. 2012 [cit. 2015-01-05]. Dostupné z: <http://www.astro.cz/clanek/5275>
- [19] KONDZIOLKA, Jan. Světelné znečištění a příroda. *Světelné znečištění* [online]. 2015 [cit. 2015-02-19]. Dostupné z: <http://svetelneznecisteni.cz/co-je-svetelne-znecisteni/154-2/>

- [20] KONDZIOLKA, Jan a Pavol ĎURIŠ. Vliv umělého osvětlení na živou přírodu. ĎURIŠ. *Ekolist.cz* [online]. 2007 [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/vliv-umeleho-osvetleni-na-zivou-prirodu>
- [21] KOTEK, Jaroslav. Corona pragensis. *Pražská pobočka Česká astronomická společnost* [online]. 2011 [cit. 2015-02-07]. Dostupné z: http://praha.astro.cz/corona/2011/Corona%20Pragensis%202011_4.pdf
- [22] LED OSVĚTLENÍ ÚVOD. *Jablotrade* [online]. 2013 [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: <http://www.jablotrade.cz/led-osvetleni/led-osvetleni-uvod/>
- [23] LENŽA, Libor a Pavel SUCHAN. *Proč se zabývat světelným znečištěním?: nejde o to zhasnout, jde o to svítit účelněji*. Valašské Meziříčí: Česká astronomická společnost, 2006, 16 s. ISBN 80-239-9926-5.
- [24] LUGINBUHL, Constance E. WALKER a WAINSCOAT. Lighting and astronomy. *DARK SKIES AWARENESS* [online]. 2009 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: http://www.darkskiesawareness.org/files/PTarticle_Lighting&Astronomy.pdf
- [25] MAŇÁK, Roman. Rayleighův a Mieův rozptyl. *Optické úkazy v atmosféře* [online]. 2012 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://ukazy.astro.cz/Rayleighuv-a-Mieuv-rozptyl.php>
- [26] NARISADA, Kohei a Duco SCHREUDER. *Light Pollution Handbook: Astrophysics and Space Science Library*. Dordrecht: Springer, 2004. ISBN 978-1-4020-2666-9.
- [27] NOTTURNO, Edited by Pierantonio Cinzano = Inquinamento luminoso e protezione dell'ambiente. Light pollution and the protection of the night environment: proceedings of the conference Light pollution and the protection of the night environment Venice: let's save the night, held in Venice on May 3rd, 2002. Thiene: Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Inquinamento Luminoso, 2002. ISBN 88-885-1701-4.
- [28] Osvětlení průmyslových a obchodních prostor. *Světelné znečištění* [online]. 2014 [cit. 2014-09-12]. Dostupné z: <http://svetelneznecesteni.cz/svitme-spravne/osvetleni-prumyslovych-a-obchodnich-prostor/>

- [29] PAVELKA, Petr. Nakupujeme levnější energii a snižujeme její spotřebu. *Frydek-Místek* [online]. Frýdek-Místek: Czech Print Center a.s., Únor 2015 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: http://www.frydek-mistek.cz/prilohy/Zpravodaj/243/1425455983_fm_zpravodaj_4_str_net.pdf
- [30] PLCH, Jiří. *Světelná technika v praxi*. 1. vyd. Praha: IN-EL, 1999, 210 s. ISBN 80-862-3009-0.
- [31] Podrobné vyhledávání v normách. *ČSN online.unmz* [online]. [cit. 2015-02-26]. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/vyhledavani.aspx>
- [32] POVOLNÝ, Dalibor. Stanovisko k osvětlení solitérních budov. *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky: Závěrečná zpráva* [online]. Brno, 2004 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/old/zprava_noc.pdf
- [33] POVOLNÝ, Dalibor. Světelné znečištění tmy z hlediska biologie. *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky: Závěrečná zpráva* [online]. Brno, 2004 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/old/zprava_noc.pdf
- [34] RAND, A. Stanley, Maria Elena BRIDAROLLI, Laurie DRIES a Michael J. RYAN. *Light Levels Influence Female Choice in Túngara Frogs: Predation Risk Assessment?* ISBN 10.2307/1447770.
- [35] Reklamní osvětlení. *Světelné znečištění* [online]. 2014 [cit. 2014-09-12]. Dostupné z: <http://svetelneznecisteni.cz/svitme-spravne/reklamni-osvetleni/>
- [36] SAGAN, Carl. BLUE LIGHT SCATTERING. *JazzRoc versus "Chemtrails"* [online]. 2008 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: <https://jazzroc.wordpress.com/2008/11/16/07-bamboozled/>
- [37] Slavnostní osvětlení budov. *Česká astronomická společnost* [online]. 2001 [cit. 2014-09-11]. Dostupné z: <http://www.astro.cz/znecisteni/informace/osvetleni/>
- [38] SOKANSKÝ A KOL., Karel. Racionalizace v osvětlování venkovních prostor. *Česká společnost pro osvětlování* [online]. 2005 [cit. 2015-01-05]. Dostupné z: <http://www.csorsostrava.cz/publikace/racionalizace%20-%202005.pdf>

- [39] SOKANSKÝ, Karel, Tomáš NOVÁK, Marek BÁLSKÝ, Zdeněk BLÁHA, Zbyněk CARBOL, Daniel DIVIŠ, Blahoslav SOCHA, Jaroslav ŠNOBL, Jan ŠUMPICH a Petr ZÁVADA. *Světelná technika*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011, 255 s. ISBN 978-80-01-04941-9.
- [40] SOKANSKÝ A KOL., Karel. Základy základů světelné techniky. *Katedra elektroenergetiky: VŠB-TU Ostrava* [online]. 2007 [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: http://feil.vsb.cz/kat410/studium/studijni_materialy/vuee/VUEE_Zaklady_svetelne_techiky.pdf
- [41] SOKANSKÝ, Karel. *Przegląd elektrotechniczny: Conflict areas on the roads which are illuminated by public lighting*. Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, 2013. ISBN 0033-2097.
- [42] SUCHAN, Pavel. Analýza znečišťovatelů světlem na území České republiky. *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky: Závěrečná zpráva* [online]. Brno, 2004 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/old/zprava_noc.pdf
- [43] SVĚTELNÉ ZDROJE A SVÍTIDLA PRO VEŘEJNÉ OSVĚTLENÍ V ROCE 2012. *SEVEEn* [online]. 2012 [cit. 2015-01-04]. Dostupné z: <http://www.svn.cz/assets/files/informacni-materialy/2012/Svetelne-zdroje-a-svitidla-ve-VO.pdf>
- [44] Světelné znečištění. *Česká astronomická společnost* [online]. 2008 [cit. 2014-09-11]. Dostupné z: <http://www.asu.cas.cz/files/pages/svetelne-znecisteni/letacek.pdf>
- [45] Světelné znečištění. *Jizerská oblast tmavé oblohy* [online]. 2009 [cit. 2014-09-11]. Dostupné z: <http://www.izera-darksy.eu/light/light-cs.html>
- [46] Světelné znečištění v kostce. *Světelné znečištění* [online]. 2014 [cit. 2014-09-12]. Dostupné z: <http://svetelneznecisteni.cz/co-je-svetelne-znecisteni/svetelne-znecisteni-v-kostce/>
- [47] *Světlo: časopis pro světelnou techniku a osvětlování*. Praha: FCC Public s. r. o., červenec 2014, roč. 17, č. 4. ISSN 1212-0812.

- [48] Světlo 2007: národní konference s mezinárodní účastí: výstava světelné techniky, 10. - 12. září 2007, Ostrava. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2007. ISBN 978-802-4815-794.
- [49] TESAŘ, Jiří a členové SRVO. Jak projektovat veřejné osvětlení. *ArtMetal Čechy* [online]. 2005 [cit. 2015-01-06]. Dostupné z: <http://www.artmetal-cz.com/p%C5%99edn%C3%A1%C5%A1ky/publikace/Jak%20projektovat%20VO-2005.pdf>
- [50] Veřejné osvětlení. *Světelné znečištění* [online]. 2014 [cit. 2014-09-12]. Dostupné z: <http://svetelneznecisteni.cz/svitme-spravne/verejne-osvetleni/>
- [51] Vliv umělého osvětlování na živou přírodu. *Česká astronomická společnost* [online]. 2002 [cit. 2014-09-11]. Dostupné z: <http://www.astro.cz/znecisteni/vliv/prostredi/>
- [52] VLKOVÁ, Eva, Hana Došková. Umělé osvětlení a oko. *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky: Závěrečná zpráva* [online]. Brno, 2004 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/old/zprava_noc.pdf
- [53] VORÁČEK, Jiří. TS A.S. FRÝDEK-MÍSTEK. *Generel veřejného osvětlení statutárního města Frýdek-Místek*. 2008.
- [54] WOLF, Petr. Vliv umělého osvětlení na netopýry. *Issuu: Zpravodaj CHKO Beskydy 2/2013* [online]. 2013 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://issuu.com/csop_salamandr/docs/zpravodaj-2_2013-web/12
- [55] Základní informace: Geografie – Historie – Měření tmy – Právní status – Zakládající organizace. *Beskydská oblast tmavé oblohy* [online]. 2015 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: http://www.boto.cz/?page_id=12
- [56] Zákony pro lidi. *Zákony pro lidi.cz* [online]. 2010-2015 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/>
- [57] Zámecký park. *Frýdek-Místek* [online]. 2008 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: https://www.frydek-mistek.cz/prilohy/Texty/122261/1377690732_08_zamecky_park.pdf

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Hlavní třída ve Frýdku [Kondziolka, 2007]	5
Obrázek č. 2: Třídění světelných zdrojů [39]	7
Obrázek č. 3: Druhy a třídění svítidel [39]	8
Obrázek č. 4: Svítidla podle typu montáže [39]	8
Obrázek č. 5: Nevhodně navržené svítidlo [37]	9
Obrázek č. 6: Nevhodně navržené svítidlo [37]	9
Obrázek č. 7: Dobré svítidlo [37]	9
Obrázek č. 8: Optický systém svítidla s vysokotlakou sodíkovou výbojkou [43]	10
Obrázek č. 9: Svítidlo s vlastním optickým systémem, osazené LED modulem [43]	10
Obrázek č. 10: Svítidlo se světelnými diodami s optickým systémem [43]	10
Obrázek č. 11: Slavnostní osvětlení [autor, 2015]	12
Obrázek č. 12: Čerpací stanice OMV [autor, 2015]	12
Obrázek č. 13: Reklamní LED panel na budově [autor, 2015]	13
Obrázek č. 14: Kostel Všech svatých na ul. Frýdlantská [autor, 2015]	14
Obrázek č. 15: Osvětlené hřiště Stovky [autor, 2015]	14
Obrázek č. 16: Obchodní centrum FRÝDA při svítání [autor, 2015]	15
Obrázek č. 17: Obchodní centrum FRÝDA po setmění [autor, 2015]	15
Obrázek č. 18: Nádraží ve F-M [autor, 2015]	16
Obrázek č. 19: Zářící světlo z oken na ul. Dobrovského [autor, 2015]	16
Obrázek č. 20: Pohled z Lysé hory směr F-M [Kondziolka, 2013]	17
Obrázek č. 21: Reflektorem vyzařované světlo [Kondziolka, 2007]	18
Obrázek č. 22: Elektromagnetické spektrum (v nm) [36]	20
Obrázek č. 23: Mapa s vyznačenou hranicí Beskydské oblasti [55]	22
Obrázek č. 24: Osvětlení jasanu ztepilého [Kondziolka, 2007]	24
Obrázek č. 25: Nasvícený jasan ztepilý [Kondziolka, 2007]	24
Obrázek č. 26: Hmyz nalétávající na lampu VO [Kondziolka, 2007]	25
Obrázek č. 27: Ptáci zmateně kroužící nad billboardem [Kondziolka, 2007]	26
Obrázek č. 28: Netěsnící svítidlo [fotoarchiv TS a.s., 2013]	35
Obrázek č. 29: Přístroj na měření luxů používaný v TS a.s. [autor, 2015]	36
Obrázek č. 30: Přístroj na měření jasů používaný v TS a.s. [autor, 2015]	36
Obrázek č. 31: Barevná teplota [22]	37
Obrázek č. 32: Alej kulatých svítidel u řeky Ostravice [autor, 2015]	41
Obrázek č. 33: Osvětlení cyklistické stezky [Kondziolka, 2007]	41
Obrázek č. 34: ZUŠ na ul. Hlavní třída [autor, 2015]	42
Obrázek č. 35: Kostel svatého Jana a Pavla na ul. Janáčkova [autor, 2015]	42
Obrázek č. 36: Osvětlení stromů v parku [fotoarchiv TS a.s., 2008]	43
Obrázek č. 37: Zámek Frýdek [autor, 2015]	44
Obrázek č. 38: Zámecké náměstí [autor, 2015]	44
Obrázek č. 39: Přehled radiomodemových stanic [autor, 2015]	47
Obrázek č. 40: Omezení distribuce světelného toku do horního poloprostoru [39]	48

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Hodnoty jasu noční oblohy (MSA) na různých lokalitách [55]	38
Tabulka č. 2: Měsíční průběh svícení VO za rok 2014 [autor, 2015]	39
Tabulka č. 3: Svítidla používaná ve F-M [autor, 2015]	40

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Měsíční průběh svícení VO za rok 2014 v hodinách [autor, 2015]	40
---	----

SEZNAM VZORCŮ

Vzorec č. 1: Rovnice pro výpočet intenzity rozptylu [24]	21
--	----

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Tabulky

Příloha č. 2: Fotodokumentace

Příloha č. 3: Schéma impulsu VO

Příloha č. 4: Monitorování VO

Příloha č. 5: Slavnostní osvětlení

Příloha č. 6: CD-R

Příloha č. 1: Tabulky

Tabulka č. 1: Největší povolený podíl světelného toku svítidel vyzařovaného do horního poloprostoru [29]

Zóna	Podíl světelného toku svítidel do horního poloprostoru (%)
E1	0
E2	≤ 5
E3	≤ 15
E4	≤ 25

Tabulka č. 2: Minimální délky mezi zónami vztahené k referenčnímu bodu v zóně E1 [29]

Hranice zón	Minimální délka hranice (km)
E1 – E2	1
E2 – E3	10
E3 – E4	100

Tabulka č. 3: Přípustné maximum rušivého světla ve venkovních osvětlovacích soustavách [20]

Zóna životního prostředí	Světlo na objektech		Svitivost světla		Podíl horního toku	Jas	
	E _v L _x		I Cd		ULR %	L _b Cd/m	L _s Cd/m
	mimo dobu nočního klidu ^{a)}	v době nočního klidu	mimo dobu nočního klidu ^{a)}	v době nočního klidu		fasády	znaky
E1	2	0	2 500	0	0	0	50
E2	5	1	7 500	500	5	5	400
E3	1	2	10 000	1 000	15	10	800
E4	25	5	25 000	2 500	25	25	1 000
V případě, kdy se neuplatňuje noční omezení, nesmí být větší hodnoty překročeny a mají se upřednostnit menší hodnoty.							

Tabulka č. 4: Přiřazení clonění svítidel k zóně životního prostředí [21]

Zóna životního prostředí	Přípustná třída clonění
E 1	G 6
E 2	G 6 až G 4
E 3	G 6 až G 2
E 4	G 6 až G 1

Tabulka č. 5: Třídy svítivosti [21]

Třída	Svítivost [cd/klm]			Jiné požadavky
	v úhlu 70° a	v úhlu 80° a	v úhlu 90° a	
G1		≤ 200	≤ 50	žádné
G2		≤ 150	≤ 30	žádné
G3		≤ 100	≤ 20	žádné
G4	≤ 500	≤ 100	≤ 10	svítivost nad 95° a je nula
G5	≤ 350	≤ 100	≤ 10	svítivost nad 95° a je nula
G6	≤ 350	≤ 100	≤ 0	svítivost nad 95° a je nula

^{a)} Svítivost v uvedeném úhlu měřeném zdola od svislice, v libovolném směru, pro svítidlo v provozní poloze.

Tabulka č. 6: Limitní hodnoty světelnotechnických veličin ve venkovním osvětlení [39]

Tabulka 6: Limitní hodnoty světelných veličin ve vnitřním osvětlení [55]

Zóna (charakte- ristika) prostředí	Světlo na objektech		Svítivost svítidla		Světlo nahoru	Jas	
	E_v (lx)		I (cd)		ULR (%)	L_b (cd/m ²)	L_s (cd/m ²)
	mimo noční klid ^{a)}	v době nočního klidu	mimo noční klid	v době nočního klidu		fasády budov	značky
E1	2	0	2500	0	0	0	50
E2	5	1	7500	500	5	5	400
E3	10	2	10000	1000	15	10	800
E4	25	5	25000	2500	25	25	1000

E_v – největší hodnota svislé (vertikální) osvětlenosti na objektech (lx);
I – svítivost každého světelného zdroje v případném rušivém směru (cd);
ULR – podíl (poměrná část) světelného toku svítidla (svítidel) vyzařovaného nad horizont v jeho (jejich) pracovní poloze a umístění (%);
 L_b – největší průměrný jas fasády budov (cd/m²);
 L_s – největší průměrný jas značek (cd/m²).

^{a)} V případě, kdy se neuplatňuje noční omezení, větší hodnoty nesmí být překročeny a menším hodnotám se má dát přednost.

Tabulka č. 7: Největší hodnoty prahového přírůstku od jiných svítidel než svítidel ve veřejném osvětlení [39]

Světelnotechnické parametry	Třída osvětlení pozemní komunikace a)			
	Osvětlení jiné než uliční	ME5	ME4 / ME3	ME2 / ME1
Prahový přírůstek (TI) c) d)	15 % za předpokladu, že adaptační jas je 0,1 cd/m ²	15 % za předpokladu, že adaptační jas je 1 cd/m ²	15 % za předpokladu, že adaptační jas je 2 cd/m ²	15 % za předpokladu, že adaptační jas je 5 cd/m ²

a) Třídy osvětlení podle EN 13201-2.
 b) Výpočet TI podle EN 13201-3.
 c) Tyto limity se používají v případě, že uživatelé dopravního systému jsou vystaveni omezení viditelnosti základních informací. Hodnoty platí pro relevantní polohu a pro směr pohledu na trasu dopravy.
 d) V tabulce 5.2 CIE 150:2003 jsou uvedeny příslušné hodnoty závoje jasů L_v .

Tabulka č. 8: Řada tříd osvětlení ME [38]

Třída	Jas povrchu vozovky pro případ suchého povrchu			Omezující oslnění	Osvětlení okolí
	\bar{L} v cd/m ² (nejmenší udržovaná hodnota)	U ₀ (nejmenší hodnota)	U ₁ (nejmenší hodnota)	TI v % ^a (největší hodnota)	SR v % ^b (nejmenší hodnota)
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	žádný požadavek

^a Zvýšení prahového přírůstku o 5 procentních bodů lze připustit v případech, kde jsou použity světelné zdroje s nízkým jasnem.

^b Lze jedině tam, kde nejsou žádné dopravní oblasti přiléhající k vozovce s vlastními požadavky

Tabulka č. 9: Třídy osvětlení MEW [38]

Třída	Jas povrchu vozovky pro případ suchého a mokrého povrchu				Omezující oslnění	Osvětlení okolí
	Suchý povrch			Mokrý povrch		
	\bar{L} v cd/m ² (nejmenší udržovaná hodnota)	U ₀ (nejmenší hodnota)	U ₁ ^a (nejmenší hodnota)	U ₀ (nejmenší hodnota)	TI v % ^a (největší hodnota)	SR v % ^b (nejmenší hodnota)
MEW1	2,0	0,4	0,6	0,15	10	0,5
MEW2	1,5	0,4	0,6	0,15	10	0,5
MEW3	1,0	0,4	0,6	0,15	15	0,5
MEW4	0,75	0,4	-	0,15	15	0,5
MEW5	0,5	0,35	-	0,15	15	0,5

^a Použití tohoto kritéria je dobrovolné, ale může se použít v případě dálnic.

^b Zvýšit prahový přírůstek o 5 % bodů lze pouze tam, kde jsou světelné zdroje s nízkým jasnem.

^c Lze uplatnit jen tam, kde nejsou žádné dopravní oblasti přiléhající k vozovce s požadavky

Tabulka č. 10: Třídy osvětlení CE [38]

Třída	Horizontální osvětlenost	
	\overline{E}_{vix} (nejmenší udržovaná hodnota)	U_0 (nejmenší hodnota)
CE0	50	0,4
CE1	30	0,4
CE2	20	0,4
CE3	15	0,4
CE4	10	0,4
CE5	7,5	0,4

Tabulka č. 11: Třídy osvětlení S [38]

Třída	Horizontální osvětlenost	
	\overline{E}_{vix} (nejmenší udržovaná hodnota)	U_0 (nejmenší hodnota)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1
S5	3	0,6
S6	2	0,6
S7	velikost neurčena	velikost neurčena
^a Aby bylo dosaženo rovnoměrnosti, nesmí skutečná průměrná udržovaná hodnota osvětlenosti překročit 1,5 násobek minimální hodnoty \overline{E} platné pro danou třídu.		

Tabulka č. 12: Třídy osvětlení A [38]

Třída	Polokulová osvětlenost	
	\overline{E}_{vix} (nejmenší udržovaná hodnota)	U_0 (nejmenší hodnota)
A1	5	0,15
A2	3	0,15
A3	2	0,15
A4	1,5	0,15
A5	1	0,15
A6	velikost neurčena	velikost neurčena

Tabulka č. 13: Třídy osvětlení ES [38]

Třída	Poloválcová osvětlenost
	E sc, min v lx (udržovaná hodnota)
ES1	10
ES2	7,5
ES3	5
ES4	3
ES5	2
ES6	1,5
ES7	1
ES8	0,75
ES9	0,5

Tabulka č. 14: Třídy osvětlení EV [38]

Třída	Svislá osvětlenost
	E v, min v lx (udržovaná hodnota)
EV1	50
EV2	30
EV3	10
EV4	7,5
EV5	5
EV6	0,5

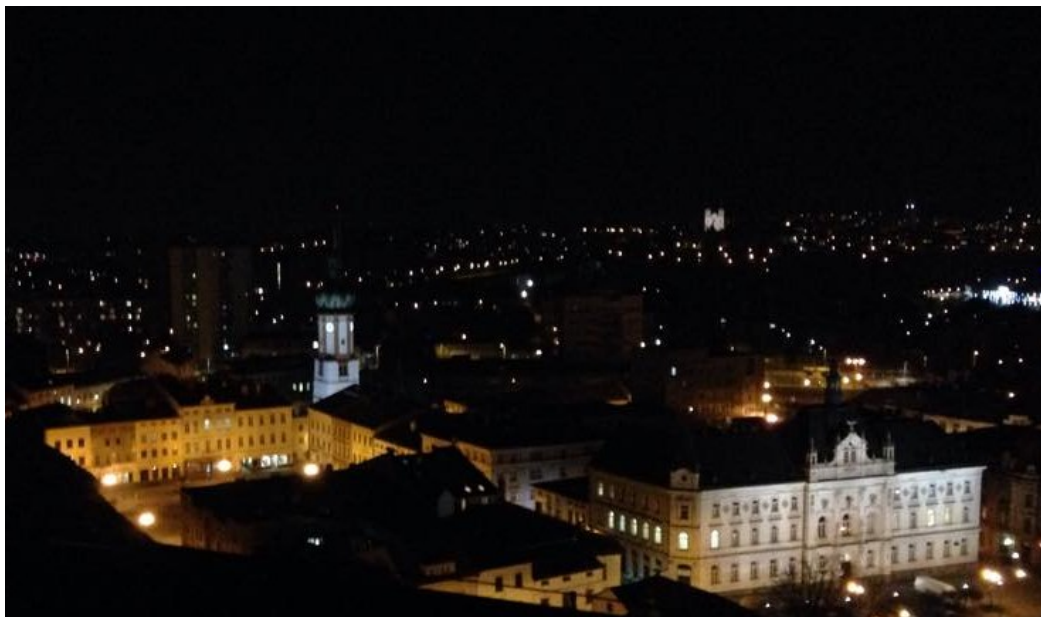
Tabulka č. 15: Základní světelné technické požadavky na osvětlení cyklistických stezek [49, 53]

	Hodnoty intenzity osvětlení	E min	E min: E max
1.	Cyklistické stezky v bezprostřední blízkosti osvětlených cest	3 lx	1 : 3,3
2.	Cyklistické stezky v blízkosti osvětlené cesty	3 lx	1 : 6,6
3.	Cyklistické stezky min. 8 m od cesty	1,5 lx	1 : 6,6

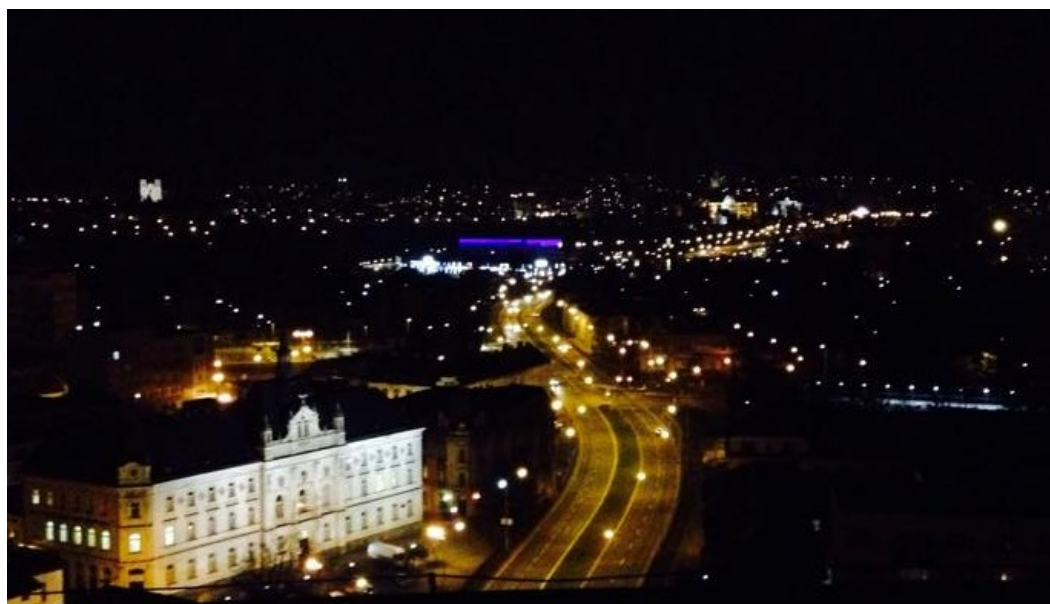
Tabulka č. 16: Základní světelné technické požadavky na osvětlení pěších zón [49]

Stupeň osvětlení	Horizontální osvětlenost průměrná E _{pk} (lx)	Horizontální osvětlenost minimální E _{min} (lx)	Střední poloválcová osvětlenost E _{sc} (lx)
P1	10	4	1
P2	5	2	1
P3	3	0,4	-

Příloha č. 2: Fotodokumentace



Náměstí Svobody a ZUŠ [autor, 2015]



ZUŠ, ul. Hlavní třída a v dále OC FRÝDA a „modrá“ sportovní Hala Polárka [autor, 2015]



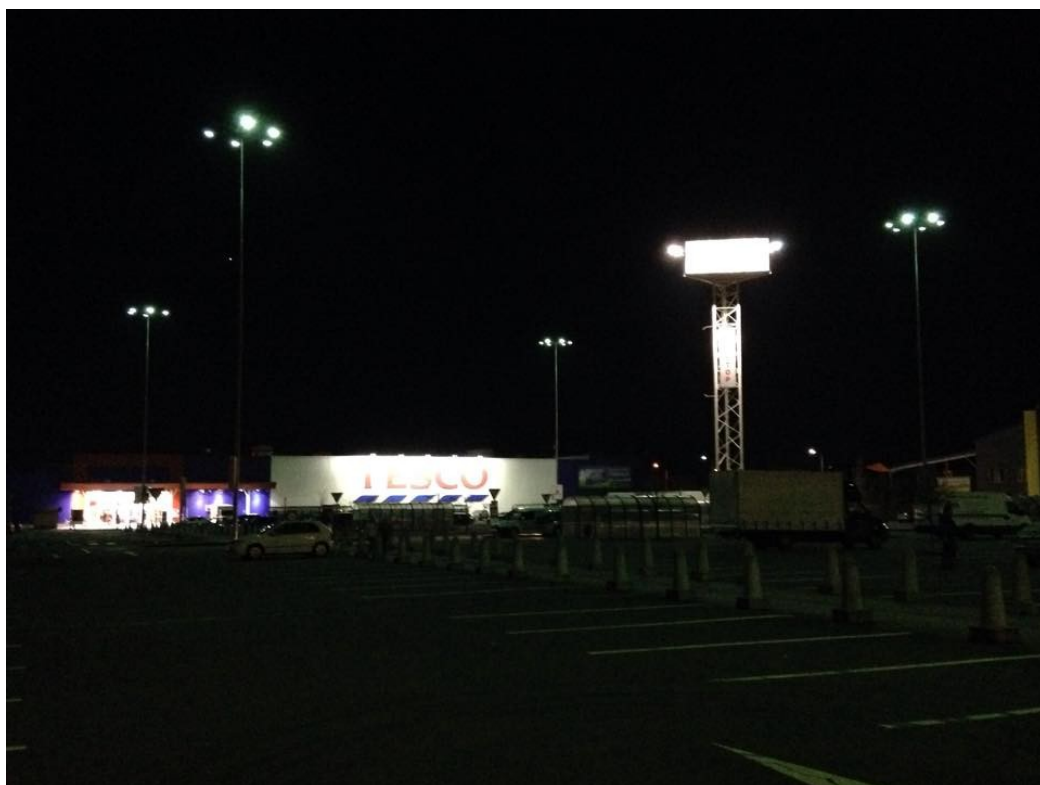
ul. Ostravská a náměstí Svobody [autor, 2015]



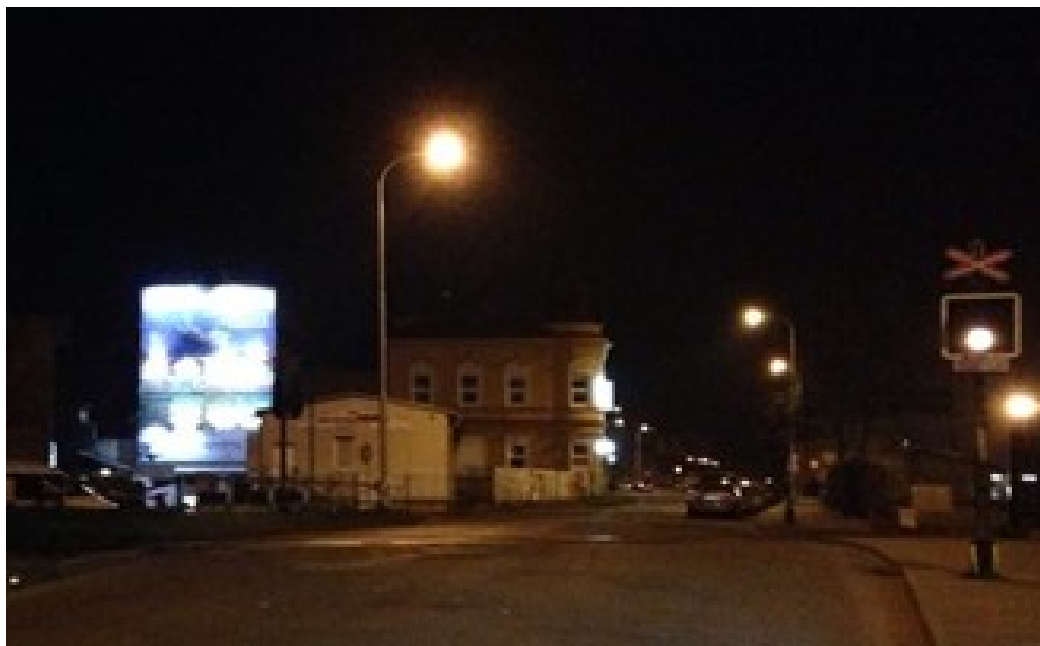
Kostel svatého Jana a Pavla na ul. Janáčkova, v dálce září TESCO [autor, 2015]



Hypermarket Tesco a OBI [autor, 2015]



Hypermarket TESCO [autor, 2015]



Osvětlená stěna hotelu Richtr na ul. Nádražní [autor, 2015]



ZŠ národního umělce Petra Bezruče na ul. T. G. Masaryka [autor, 2015]



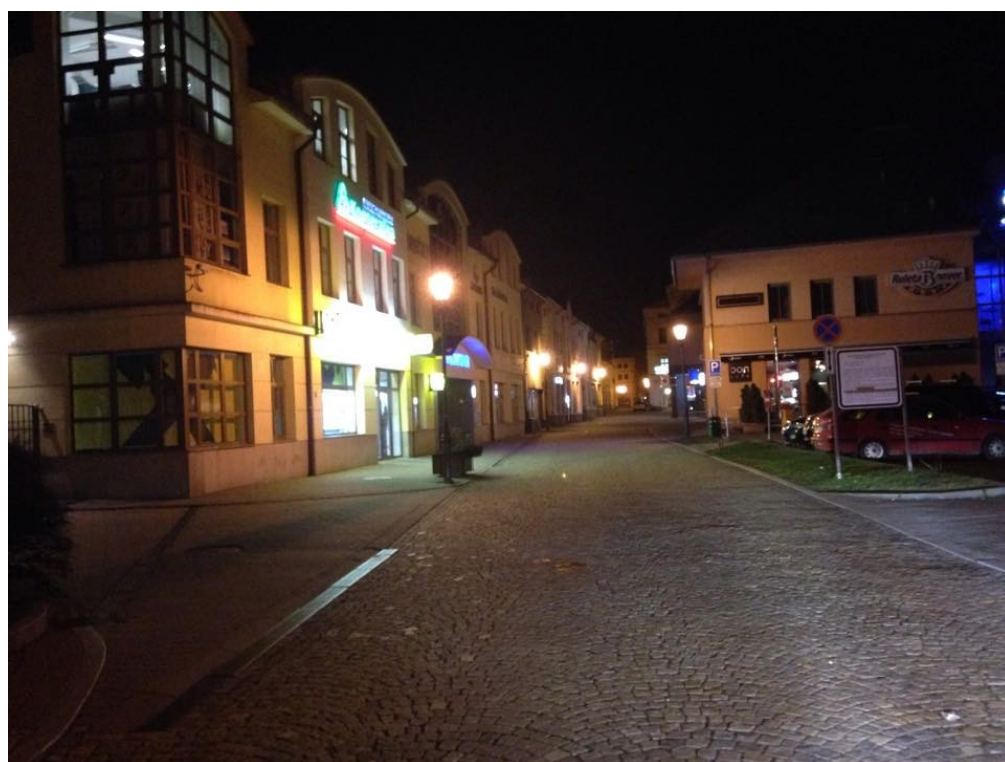
Pohled na F-M z Chlebovic [autor, 2015]



Osvětlená ul. Na Hrázi [autor, 2015]



Frýdecké náměstí [autor, 2015]



Osvětlená Kooperativa a Raiffeisen bank na ul. J. V. Sládka [autor, 2015]



Hotel Afrika – pohled z ul. T. G. Masaryka [autor, 2015]



Hotel Afrika – pohled z ul. Revoluční [autor, 2015]



Hlavní vchod do nemocnice F-M, svítání [autor, 2015]



Hlavní vchod do nemocnice F-M, stmívání [autor, 2015]



Hlavní vchod do nemocnice F-M, stmívání [autor, 2015]



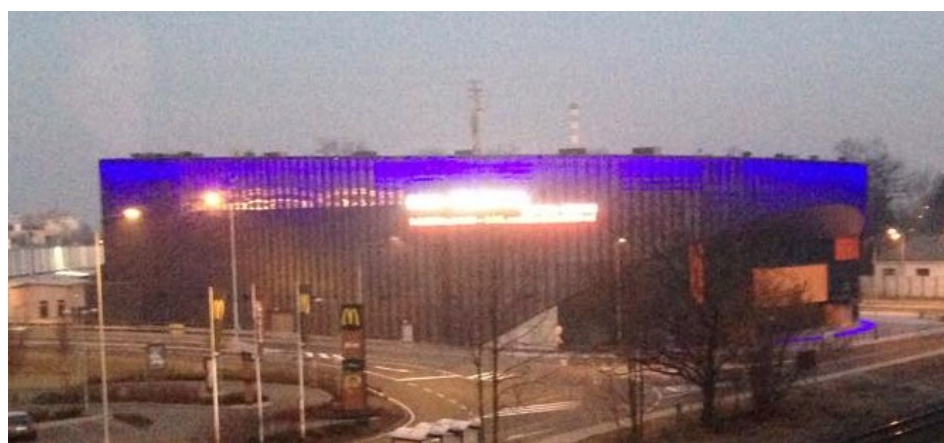
Pohled na Magistrát města F-M, křižovatka „Bruzovská“ [autor, 2015]



Oční centrum a GE Money Bank na ul. T. G. Masaryka [autor, 2015]



OC FRÝDA u řeky Ostravice [autor, 2015]



Sportovní Hala Polárka vedle OC FRÝDA, svítání [autor, 2015]



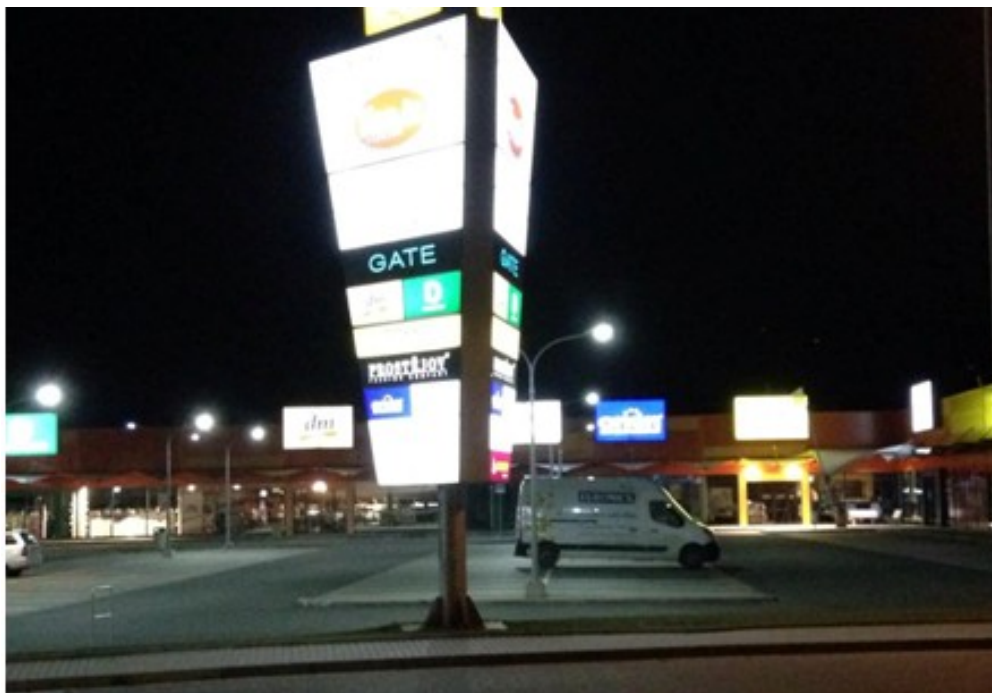
Nádraží F-M z ul. Hlavní třída [autor, 2015]



Zábavní centrum CARBON na ul. Pionýrů [autor, 2015]



Čerpací stanice Shell Czech Republic u OC PARÁDA SHOPPING [autor, 2015]



OC PARÁDA SHOPPING [autor, 2015]



OC PARÁDA SHOPPING [autor, 2015]



Frýdecké náměstí [autor, 2015]



Frýdecké náměstí [autor, 2015]



Lucerna jako hnízdo [Cibulka, 2013]



Svítidlo Lunoide [autor, 2015]



Svítidlo Lunoide [autor, 2015]



Svítidlo Elgopark [autor, 2015]

Příloha č. 3: Schéma impulsu VO

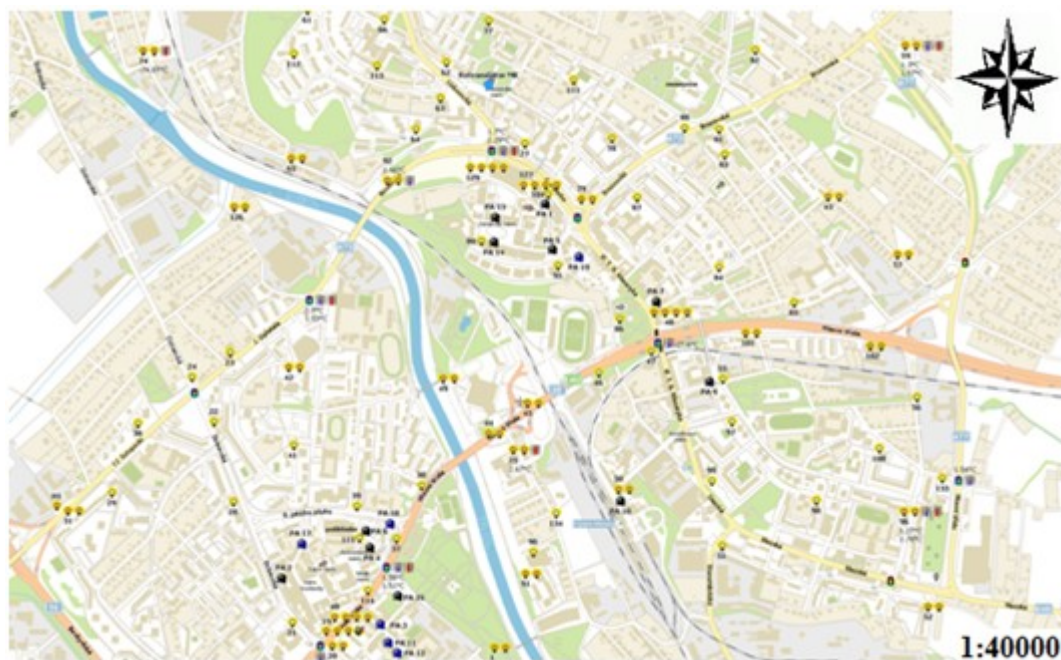
Příloha č. 4: Monitorování VO



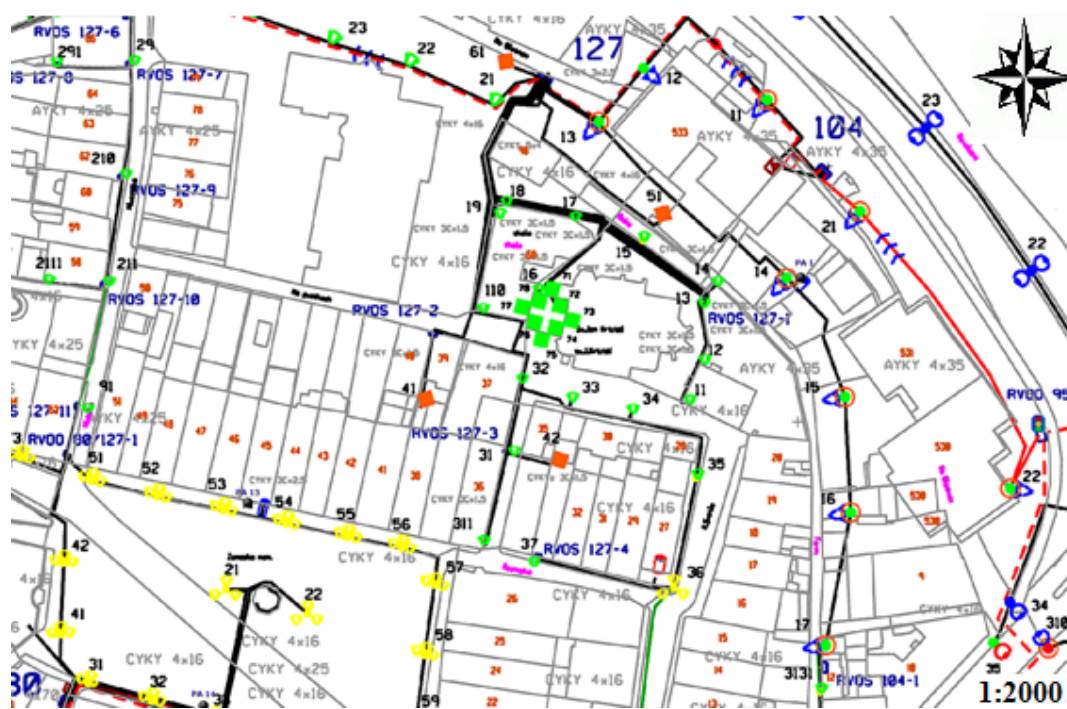
Nástěnná mapa radiomodemových stanic VO, SSZ a PA [autor, 2015]



Radiomodemové stanice VO, celý F-M [autor, 2015]



Radiomodemové stanice VO [autor, 2015]



Radiomodemové stanice VO - katastrální mapa [autor, 2015]

20 Křížový podchod - Veřejné osvětlení - Modul 1

Časování "Relé styka Podchod
 Časování "Relé styka Celonoc Luxmetr
 Adresy desek 253,251,250

Položka	Hodnota	Čas změny	Čas čtení	Žádaný stav
Relé stykače 1	původní	04:36:51	10:02:03:02	
Relé stykače 2	původní	04:36:51	10:02:03:02	
Fáze 1	zapnuto	11:03:46	28:06:00:00	
Fáze 2	zapnuto	11:03:46	28:06:00:00	
Fáze 3	zapnuto	11:03:46	28:06:00:00	
hodiny	zapnuto	03:55:56	06:00:00	
Impuls 2 z VO 1	vypnuto	06:17:18	06:00:00	
Stykač 1 pomoc	zapnuto	11:03:46	28:06:00:00	
Stykač 2 pomoc	vypnuto	06:17:18	06:00:00	
L1 stálá, sm. věž	zapnuto	11:03:46	28:06:00:00	
L2 stálá, sm. gyn	zapnuto	11:03:46	28:06:00:00	
L3 stálá, sm. ná	zapnuto	11:03:46	28:06:00:00	
L1 půlnoční, sm	zapnuto	11:03:46	28:06:00:00	
L2 půlnoční, sm	zapnuto	11:03:46	28:06:00:00	
L3 půlnoční, sm	zapnuto	11:03:46	28:06:00:00	
L1 celonoční, st	vypnuto	06:17:18	06:00:00	
L2 celonoční, st	vypnuto	06:17:18	06:00:00	
L3 celonoční, st	vypnuto	06:17:18	06:00:00	

Relé stykače 1
 Zapnout Vypnout
 Původní Program

Relé stykače 2
 Zapnout Vypnout
 Původní Program

Vlastnosti
 Tabulka
 Graf
 Vstupy
 Výstupy
 Kontrola

Kontrola vývodů konkrétní radiomodemové stanice VO [autor, 2015]

Název: 94 Polní
 Lokality: Frýdek-Místek
 SIM: +420731400134
 Poslední komunikace: 13.03.2015 18:00:18

Stykač 1 [1]	Stykač 2 [2]	Napájení [3]	Vývod [4]	Dodatek 1 [5]	Dodatek 2 [6]
Zap	Zap	OK	OK	-	-
13.03.2015 18:00:18	13.03.2015 18:00:18	20.02.2015 06:50:44	12.11.2014 12:50:54		
<input type="checkbox"/> Povely	<input type="checkbox"/> Povely			<input type="checkbox"/> Povely	<input type="checkbox"/> Povely

Popisek k dodatku 1:
 Popisek k dodatku 2:

Kontrolní stanice: 240 [s] 1
 117 Hlavní projekt
 Frýdek-Místek

13.03.2015 18:00:00
 13.03.2015 18:00:00

Poznámka:
 Odb. místo: 1898288
 Omezuje, ale nehlásí.

Stanice:
 Zapnout Impuls Vypnout Načíst stav Reset stanice

Aktuální počítadla:

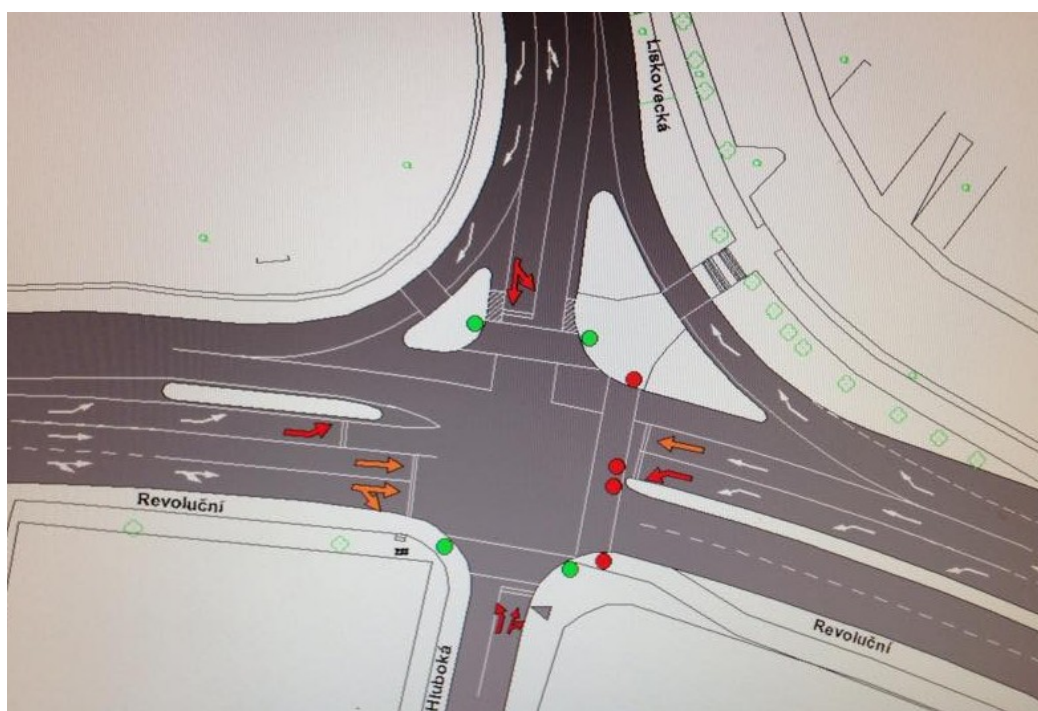
Legenda k podbarvení řádků:
 Neodborný Odborný
 Posucha

Frýdek-Místek	117 Hlavní projekt
Frýdek-Místek	125 Černá cesta
Frýdek-Místek	128 Olešná
Frýdek-Místek	132 Bezručova
Frýdek-Místek	14 Nenudova
Frýdek-Místek	16 Paikovicova
Frýdek-Místek	18 Frýdantská u KJU
Frýdek-Místek	3 Beethovenova
Frýdek-Místek	34 Příborská
Frýdek-Místek	35 Olešná na hrani
Frýdek-Místek	37 u kina Vlast
Frýdek-Místek	39 8. pěší pluk
Frýdek-Místek	41 Anenská
Frýdek-Místek	46 Hlavní U Těšínské
Frýdek-Místek	55 Sadová
Frýdek-Místek	61 Nač mostátnou
Frýdek-Místek	66 ČSOK
Frýdek-Místek	77 M. Magdonové
Frýdek-Místek	82 I.P. Pavlova
Frýdek-Místek	83 Vančury
Frýdek-Místek	89 Štandl
Frýdek-Místek	94 Polní
Frýdek-Místek	99 Pekařská
Horní Domaslavice	RVDH 2 u hasičárny
Horní Domaslavice	RVDH 3 u přivaděče
Horní Domaslavice	RVDH1 U úřadu
Horní Domaslavice	RVDH4 Viděkov - Moravec
Kudovice	kostel
Kudovice	Město
Kudová	Kudová halostanice
Lískovec	72 Lískovec

Kontrola stanic VO - hlídání přes GSM [autor, 2015]



Hlídní křižovatek přes centrálu MCC 256 [autor, 2015]



Bližší náhled na křižovatku „Lískovecká“ [autor, 2015]

Příloha č. 5: Slavnostní osvětlení

Přehled objektů nasvětlených slavnostním osvětlením:

1. Evangelický kostel Frýdek

- 5 x světlomet ALPHA II MH 400, 1 x výbojka HQI-T 400/N / 400W
- 4 x světlomet ALPHA II MH 150, 1 x výbojka ARC 150/T/H/742 / 150W
- omezený provoz 24.00 – 04.00 hod, $P_i = 2,6$ kW

2. Základní škola národního umělce Petra Bezruče, ul. TGM 454, Frýdek

- 6 x světlomet THORN, 1 x výbojka HQI-T 400/N / 400W
- 2 x světlomet THORN, 1 x výbojka ARC 250/T/H/742 / 250W
- 1 x světlomet THORN, 1 x výbojka HQI-T 150/NDL / 150W
- $P_i = 3,05$ kW

3. Akademie, ul. T. G. Masaryka, Frýdek

- 2 x světlomet THORN, 1 x výbojka HQI-T 400/N / 400W
- 3 x světlomet THORN, 1 x výbojka ARC 250/T/H/742 / 250W
- 1 x světlomet THORN, 1 x výbojka HQI-T 150/NDL / 150W
- omezený provoz 24.00 – 04.00 hod, kromě 1 x THORN 150W, $P_i = 1,7$ kW

4. Základní umělecká škola, Hlavní č. p. 11, 12, Místek

- 1 x světlomet Euroflood SMS 400, 1 x výbojka HQI-T 400 / 400W
- 1 x světlomet Euroflood SMS 250, 1 x výbojka HQI-T 250 / 250W
- 8 x světlomet THORN MICA-B 70, 1 x výbojka SHC 70W
- omezený provoz 24.00 – 04.00 hod, kromě 1 x Euroflood SMS 400, $P_i = 1,21$ kW

5. Kostel Všech svatých v Místku

- 3 x světlomet Euroflood SMS 150, 1 x výbojka 150 LU / 150W
- 1 x světlomet Euroflood SMS 250, 1 x výbojka 250 LU / 250W
- omezený provoz 24.00 – 04.00 hod, $P_i = 0,7$ kW

6. Kostel sv. Jana a Pavla v Místku

- 1 x světlomet Euroflood SMS 400, 1 x výbojka SHC 400 M / 400W
- 2 x světlomet Euroflood ASMS 400, 1 x výbojka SHC 400 M / 400W
- 1 x světlomet Euroflood SMS 250, 1 x výbojka SHC 150 M / 250W
- 1 x světlomet Euroflood SMS 150, 1 x výbojka SHC 150 M / 150W
- omezený provoz 24.00 – 04.00 hod, kromě 1 x Euroflood SMS 400, $P_i = 1,6$ kW

7. Mariánský kostel Frýdek

- 4 x světlomet Euroflood MAS 400, 1 x výbojka HQI-T 400/N / 400W
- omezený provoz 24.00 – 04.00 hod, $P_i = 1,6$ kW

8. Kostel sv. Jakuba v Místku

- 3 x světlomet THORN Contrast 250, 1 x výbojka SHC 250W
- 1 x světlomet THORN MICA-I 150, 1 x výbojka HQI-T 150/NDL / 150W
- 18 x světlomet THORN MICA-A 70, 1 x výbojka SHC 70W
- omezený provoz 24.00 – 04.00 hod, $P_i = 2,16$ kW

9. Kostel v Chlebovicích

- 2 x světlomet Indalux IZX 250, 1 x výbojka ARC 250/T / 250W
- omezený provoz 24.00 – 04.00 hod, $P_i = 0,5$ kW

10. Fojtství v Chlebovicích

- 1 x světlomet URANO 125, 1 x výbojka HPL 125W
- omezený provoz 24.00 – 04.00 hod, $P_i = 0,125$ kW

11. Kostel v Zelinkovicích

- 1 x světlomet Euroflood ASMS 250, 1 x výbojka ARC 250 M / 250W
- omezený provoz 24.00 – 04.00 hod, $P_i = 0,25$ kW

12. Socha holubice ve Frýdku

- 1 x světlomet Euroflood ASMS 150, 1 x výbojka ARC 150 M / 150W
- omezený provoz 24.00 – 04.00 hod, $P_i = 0,3$ kW

13. Farní kostel sv. Jana Křtitele ve Frýdku

- 3 x světlomet Euroflood MAS 400, 1 x výbojka HQI-T 400/N / 400W
- 8 x světlomet THORN 70, 1 x výbojka ARC 70/TD 742 rx7 / 70W
- omezený provoz 24.00 – 04.00 hod, $P_i = 2,16$ kW

14. Kostel sv. Jošta

- 4 x světlomet RPG, úsporné žárovky 20W
- omezený provoz 24.00 – 04.00 hod, $P_i = 0,40$ kW

15. socha Evropy

- 5 x světlomet THORN 150, 1 x výbojka H 150W
- omezený provoz 24.00 – 04.00 hod, $P_i = 0,75$ kW

Příloha č. 6: CD-R